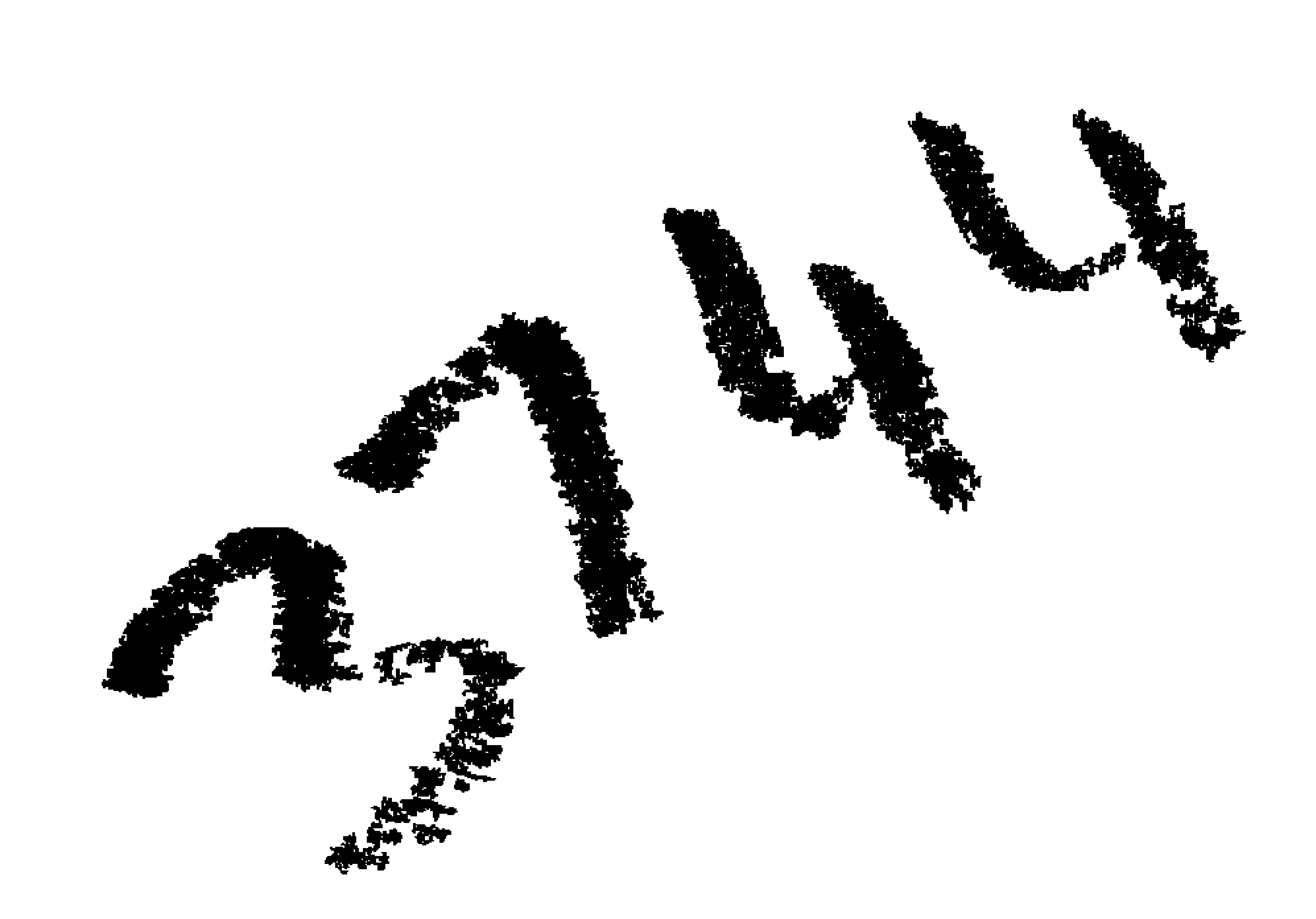

3744

فهرسة الكوكب الزاهر في علم البحر [illegible]

الخطا والصواب الواقع فى هذا الكتاب

صحيفه	سطر	خطا	صواب
٤	٨	المعارف	المعارف
٩	٩	بنقطتى	بنقطتى
٩	٢٣	بمقدار	بمقدار
١٠	١٣	والمنطبقتان	والمنطقتان
١١	٤	دائرة	دائرة
١١	٢٦	اللبل	الليل
١٢	١٦	٣٤٥٠٠٠٠٠٠	٣٤٥٠٠٠٠٠
١٣	٢١	ذروان	دوران
١٤	٢٢	ساعاتر	ساعات و
١٥	٤	يومى	يوميا
١٥	٧	متقدمين	متقدمى
١٥	١٠	يرم طبيعى	يوما طبيعيا

صحيفه	سطر	خطا	صواب
١٥	١١	عنها	عنهما
١٥	١٨	٢٨	٢٧
١٥	٢٤	زمن وسطى	زمنا وسطيا
١٦	٧	الوثر	الوتر
١٦	٨	تقطع	تقطع
١٦	٢٦	دقيفة	دقيقة
١٧	٣	كروية	كروى
٧٠	٢٤	أميال	درج
٧٠	٢٥	دقائق	درج
١١٢	٢	متسيين	مقسيان
١١٢	٣	جازبة	جاذبة
١١٢	٨	بأن	أن
١١٢	١٠	المذكورة	المذكورة
١١٢	١٣	عقدر	عقدار
١١٢	١٧	اليحر	البحر
١١٢	٢٢	لبحر	البحر
١١٢	٢٣	انتهاه	انتهائه
١١٢	٢٣	ابتداه	ابتدائه
١٣٢	٨	مطلوب	فى استخراج
١٣٧	١٧	يوليو	يونيو
١٣٨	يصير وضع ٤ فى السنين عن يسار الجدول على هذا ٤ فى السنين عن يمين الجدول وهكذا يعتبر ما بعد (٤) الى آخر الجدول كما فى الجدول الثانى		
١٤٤	١٩	١٩٢٤	١٩٢٧
١٥٠	٢٣	شمانى	شمالى
١٥٣	١٨	صارا	صار

صحيفه	سطر	خطا	صواب
١٥٧	١٩	اسغراج	استخراج
١٥٧	٢٣	ألتوانى	الثوانى
١٥٨	٥	والنانج	والناتج
١٥٨	٨	قان كان	فان كان
١٦٩	٢٤	ثمام	تمام
١٦٩	٢٥	ثمام	تمام
١٦٩	٢٧	نانى	ثانى
١٧٢	٢٧	ارتغاع	ارتفاع
١٧٦	٢٣	لشمس	الشمس
١٧٦	٢٥	والثالت	والثالث
١٧٩	٢٣	اذا كان عرض المكان شماليا	عرض المكان شمالى
٢١٩	٢٤	الدائريان المارتان	الدائرة المارة
٢١٩	٢٤	والنازلان أعمدة	والنازلة عمودا
٢١٩٩	٢٥	يسميان دائرتى	تسمى دائرة
٢١٩	٢٥	عليهما	عليها
٢١٩	٢٧	الدائرتين المذكورتين	الدائرة المذكورة
٢٥٦	٢٦	طروثانى	طرف ثانى
٢٩٦	٦	القررونومر	القورنومتر
٣١٣	٢٧	الاريعة	الاربعة
٣١٤	١٤	لسفينة	السفينة
٣١٨	٢٣	بجيل	جبل
٣١٨	٢٤	متظور	منظورا
٣١٩	[illegible]	الحادثان	الحادثان
٣١٩	٢٥	غضى	تمضى

كتاب الكوكب الزاهر في علم البحر
الزاخر تأليف المتوسل بصاحب
التلاوة سليمان قبودان حلاوة

خوجه المدرسة البحرية

بثغر سكندرية

حفظها رب

البرية

م



يقول العبد الفقير ذو العجز والتقصير سليمان قبودان حلاوه الشهير بذلك
نجاه الله من سائر المهالك الحمد لله الذى رفع السماء بلا عماد * وزينها
بالنجوم ليهتدى بها العباد * وجعل فيها سراجا مضيئا للمتبصرين * وقمرا
منيرا للسائرين * اجرى بقدرته الرياح * وفلق الليل بعمود الصباح * دبر
الافلاك وسيرها وبرأ الاملاك وسخرها * وخلق الارض ودحاها * أخرج منها
ماءها ومرعاها والجبال أرساها * أنبع بفيض فضله الماء الثجاج * هذا عذب
فرات وهذا ملح أجاج * أخرج الانسان من ظلمات الارحام * الى نور الدنيا
المنوطة بالانتظام * فالخلق فى بحار نعمائه يسبحون * وبحمده ومجده
يسبحون * واشهد أنه اله أحد * فرد صمد محيط بجميع الاشياء بلا اتصال
* منزه عن سائر الكميات والاشكال * سبحانه كور الليل على النهار
* وكور النهار على الليل بالادوار * واشهد ان سيدنا محمدا عبده ورسوله *
وصفيه ونبيه وخليله * قطب دائرة الوجود * ومادة نقطة كل موجود * صلى

الله وسلم عليه وعلى آله سفن النجاة ان غرق فى تيار غوايته * وحبل من اعتصم من شياطين جهالته * وعلى أصحابه البدور الطوالع * والغيوث الهوامع * من مدوا رماح صدقهم فى صدور المعتدين * وجزوا بسيوف اخلاصهم رقاب الملحدين * صلاة وسلاما دائمين متلازمين ما بزغت شموس الاكوان * وأسفرت أقمار الزمان * (أما بعد) * فانه لا يخفى على كل ذى بصيره * وقريحة مستنيره * وجوب القيام بواجب الشكر لمن أحسن اليه * ومراعاة الحقوق من أنعم عليه * هذا والخديوى الاعظم والوزير الافخم خلاصة المجد * وجوهرة السعد * صاحب العدل والانصاف * والرأفة والاسعاف * ولى نعمتنا سعادة أفندينا اسماعيل باشا * بلغه الله ما يشاء وحفظه وانجاله الكرام * من صروف الليالى والايام * قد غمر الرعية بمزيد احسانه * وأمدهم بوابل امتنانه * وأفاض عليهم من بحر افضاله الملتطم * ونثر لديهم درر نواله المنتظم * فهم من جداول عطائه مستمدون * ومن انهار انعامه ناهلون * رقاهم الى سماء المعالى ليتناولوا درارى المعانى * ونصب لهم درجات المقامات على التوالى ليصعدوا شموس بلوغ الامانى * وارشدهم الى علوم يضيق عن جمعها الحساب ولا يعرب عن كمياتها الحساب سيما علم البحر الذى كان متروكا فى زوايا الاهمال * منحرفا عن قبلة الاعمال * قد ضرب الصمت عنه صفحا * وطوى السمت عنه كشحا * فجدد ولى النعم رسومه القديمه * وأحيا معالمه العديمه * وعمر مبانيه * واظهر معانيه * وانشأ هذه المدرسة البحريه * التى هى بالكتساب المعارف حريه * قد دارت بها افلاك التعليم * واستنارت بها نجوم التفهيم * واشرقت عليها شموس الفطانه * وأمطرت لديها سحائب الاعانه * درارى الخيرات فى سماء رونقها سائره * وهالات المبرات باقمار بهجتها دائره وقد جعل سعادة الخديوى أمر هذه المدرسة مشمولا بنظارة صاحب الهمم العليه والافعال المرضيه * سعادة قاسم باشا وكيل نظارة البحريه * فقام بهذا الامر أحسن قيام * وحلى جيده بجواهر الانتظام * ونظر لابنائها بعين التحقيق ولحظهم بعناية التدقيق * وكنت ممن لحظتنى العناية الخديويه وجذبتنى الاشارات العموميه الى اعمال كاتب فى هذه المعانى * حيث تعجب الجمعية فى امتحان التلامذة فى الاول

والثانى * قياما بشكر هذه النعم * وبواجب تلك الشيم * وان كنت لست اهلا لذلك الشان * ولا من فرسان هذا الميدان * فقد يكرم الطفيلى فى محل الاكارم * ويلحق بالمخدوم الخادم (ولما) كان كل علم لا يعرف كنهه الا باصوله وروابطه * ولا يوقف على رسومه الا باتقان حدوده وضوابطه * خصوصا علم البحر عالى المقدار * سامى المنازل والمنار * الذى فضله كالشمس فى رابعة النهار * وعليه فى الحقيقة العمل والمدار * شامل لعلوم الرياضه * والهندسة والجبر من ابحره مفاضه * به يعرف المرء السماء من الارض * ويميز الطول من العرض * وبه يؤخذ ارتفاع الغارف * ويلتمس شعاع اللطائف (بسطت) اكف الضراعة لخالق الظلمات والنور * مستمطرا سحائب الاعانة على هذه الامور * فصادفتنى الاقدار الالهيه * وساعدتنى الامدادات الازليه * فجمعت فيه جميع القواعد الموجودة فى الكتب التى استفدناها فى ساحة الحضرة الخديويه وجعلت طرقها مؤسسة على قوانين المثلثات المستقيمة الاضلاع * والمثلثات الكرويه مبرهنا عليها بالاثبات لدى الايقاع * مقتصرا فى جميع العمليات * مع حسن الافادات * فجاء بحمد الله تام التقويم * كامل التقسيم * يغنى مورده عن العذب الفرات * ويزرى مصدره بما وراء النهر والفرات * يحدث عن علم البحر الرائق * ويطلع على ما فيه من الدقائق * يسبح الفكر فى لطائف امواجه * ويسير العقل على استقامة منهاجه * به يتعلم المبتدى * ويتذكر المنتهى (ولما) تحقق لدى سعادة الباشا وكيل نظارة البحرية ما فيه من الفوائد التى فوق المرام * امرنى بطبعه لينتفع به الخاص والعام * فامتثلت امره بالسمع والطاعه * وبذلت الهمة فى ذلك حسب الاستطاعه (وسميته) الكوكب الزاهر * فى علم البحر الزاخر وهذا اوان الشروع فى المقصود * بعون الله الملك المعبود

بند *(مقدمة فى فنون البحرية)*

١ فن البحر هو علم يبحث فيه عن الكواكب وكيفية حركاتها وعن الازمنة وتعيين اوقاتها وعن اماكن الارض ومعرفة الطول والعرض وعن مواقع البلدان وكيفية طرق الاسفار من مكان الى مكان

ولما كانت الارض والاجرام السماوية مستديرة الاجسام اشكالها كروية

فقد جعل علماء هذا الفن لكل من الارض والسماء اشكالا كرويا ونقشوا على سطح كل واحدة منهما جميع الاشياء الموجودة بهما

٢ الارض هي جسم كروي لكن غير تام الاستدارة على هيئة شكل قطع ناقص ويوجد على سطحها رسم جميع الاشياء التي توجد بها كجبال وبلاد وبحار وجزائر وخلجان وأنهار وما أشبه ذلك

٣ الكرة السماوية هي التي يوجد منقوش على سطحها جميع صور الكواكب والدوائر التي تتعلق بها

(والقبة الفلكية) هي عبارة عن كرة فراغية محيطة بجميع جهات الارض ويتصور على سطحها الدوائر الآتية

(في النقط التي توجد على سطح الكرة)

٤ النقط التي على سطح الكرة هي خمسة عشر نقطة مركز الكرة ونقطتا قطبي الكرة أعني نقطة القطب الشمالي والقطب الجنوبي ونقطتا سمت الرأس وسمت القدم ثم أربعة نقط الجهات الاربعة أعني الشمال والجنوب والمشرق والمغرب ثم نقطتا أقطاب الدائرة الكسوفية ثم أربعة نقط الفصول الاربعة أعني الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي والانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوي فالمجموع خمسة عشر نقطة

(في بيان الدوائر)

٥ الدوائر التي توجد على سطح الكرة عشرة ستة منها عظيمة وأربعة صغيرة فاما الدوائر العظيمة فهي دائرة الافق ودائرة المعدل أي خط الاستواء ودائرة نصف النهار ودائرة مسير الشمس وتسمى بالدائرة الكسوفية ودائرة الاعتدالين ودائرة الانقلابين

(وأما) الدوائر الصغيرة فهي مدار السرطان ومدار الجدي ومدار القطب الشمالي ومدار القطب الجنوبي

(تعريف دائرة الافق)

٦ دائرة الافق هي دائرة مارة بمركز الكرة وبنقطتي المشرق والمغرب وتقسم الكرة الى قسمين متساويين أعلى وأسفل وان قطبي الدائرة المذكورة هما نقطتا سمت الرأس وسمت القدم وكل نقطة توجد على سطح الكرة

يوجد لهما أفق مرئى والافق المذكور على ثلاثة أنواع افق حقيقى وهو مار بمركز الكرة وأفق طبيعى وهو مماس لسطح الكرة وموازى للافق الحقيقى وأفق مرئى وهو الذى يرى للشخص الذى يوجد على مكان مرتفع

(تعريف دائرة المعدل)

٧ دائرة المعدل أعنى خط الاستواء هى دائرة مارة بنقطتى المشرق والمغرب وتقسم الكرة الى قسمين متساويين شمالى وجنوبى وقطباها هما نقطتا أقطاب العالم وان جميع الاماكن التى توجد فى شمالها عرضها شمالى والاماكن التى توجد جهة الجنوب عرضها جنوبى وميل الكواكب التى توجد فى جهة القطب الشمالى ميلها شمالى والكواكب التى فى جهة القطب الجنوبى ميلها جنوبى

(تعريف دائرة نصف النهار)

٨ دائرة نصف النهار هى دائرة مارة بأقطاب العالم وبنقطتى سمت الرأس وسمت القدم ونازلة عمودا على خط الاستواء وهى تقسم الكرة الى قسمين متساويين شرقى وغربى وان جميع النقط المفروضة على دائرة المعدل يمكن أن يمر من كل واحدة منها دائرة نصف نهار وجميع تلك الدوائر تكون أعمدة على خط الاستواء ومن ذلك يعلم أن كل نقطة كائنة على سطح الارض فانه يمر بها دائرة نصف نهار وان تلك الدوائر هما نقطتا المشرق والمغرب

(تعريف دائرة مسير الشمس)

٩ دائرة مسير الشمس أعنى الدائرة الكسوفية هى دائرة مارة بنقطتى برج الحمل وبرج الميزان وهى كائنة فى وسط منطقة فلك البروج التى عرضها يساوى ١٦ درجة وان كوكب الشمس دائما يكون مارا عليها ولا يخرج عنها وهذه الدائرة قاطعة خط الاستواء فى نقطتين احداهما تسمى نقطة الاعتدال الربيعى والثانية تسمى نقطة الاعتدال الخريفى ومقدار كل زاوية من الزوايا الحادثة من تقاطعهما يكون مقدارها مساويا ٢٨ دقيقة و ٢٣ درجة وهو غاية ميل الشمس وقطبا هذه الدائرة يكونان متباعدان عن أقطاب العالم بقدر ٢٨ دقيقة و ٢٣ درجة

(وقد) قسم علماء هذا الفن محيط الدائرة المذكورة الى اثنى عشر قسما كل قسم يساوى ٣٠ درجة وسموا كل قسم منها برجا وان الشمس تقطع تلك البروج الاثنى عشر فى مدة سنة كاملة عدد ايامها ٣٦٥ يوم و٥ ساعات و٤٨ دقيقة و٤٩ ثانية وهو مقدار السنة الشمسية البسيطة وأما عدد ايام السنة الكبيسة فانه يساوى ٣٦٦ يوم وفى كل أربع سنين تأتى سنة كبيسة ولذلك صار درج أسماء البروج وتواريخ دخول الشمس فى كل برج كما هو مبين فى هذا الجدول

أسماء البروج	أسماء الأشهر	تاريخ	أسماء الفصول	
حمل	مارث	٢١		دخول الشمس فى الحمل
ثور	ابريل	٢٠	فصل الربيع	شرحه فى الثور
جوزا	مايس	٢٠		شرحه فى الجوزا
سرطان	يونيو	٢١		شرحه فى السرطان
أسد	يوليو	٢٢	فصل الصيف	شرحه فى الأسد
سنبله	اغسطوس	٢٣		شرحه فى السنبلة
ميزان	سبتمبر	٢٣		شرحه فى الميزان
عقرب	اوكتوبر	٢٣	فصل الخريف	شرحه فى العقرب
قوس	نومبر	٢٣		شرحه فى القوس
جدى	ديسمبر	٢٢		شرحه فى الجدى
دلو	ينايرو	٢١	فصل الشتاء	شرحه فى الدلو
حوت	فبرايرو	٢٠		شرحه فى الحوت

(فى بيان ايضاح ما تقدم)

يعلم مما تقدم أن الشمس تدخل فى برج الحمل فى ٢١ شهر مارث وتمكث فيه سائرة مدة ثلاثين يوما وتقطع فى كل يوم نحو درجة واحدة تقريبا ثم تنتقل الى برج الثور وتمكث به ثلاثين يوما وتنتقل الى برج الجوزا وتمكث به

ثلاثين يوما وتقطع تلك البروج الثلاثة فى مدة فصل الربيع ثم تقطع برج السرطان وبرج الاسد والسنبلة فى مدة فصل الصيف ثم انها تقطع برج الميزان والعقرب والقوس فى مدة فصل الخريف وكذا برج الجدى والدلو والحوت فى مدة فصل الشتاء وفى يوم دخولها فى برج الحمل يستوى الليل والنهار واذا صارت فى برج السرطان يكون غاية ميلها الشمالى ويكون غاية طول النهار عند أهل الاماكن الشمالية وآخر قصر الليل وعكس ذلك فى الجهة الجنوبية واذا صارت فى برج الميزان ينعدم ميلها ويستوى الليل والنهار ثم اذا صارت فى برج الجدى يكون غاية ميلها وآخر زيادة النهار وآخر قصر الليل عند أهل الاماكن الجنوبية وعلى هذا فان السكان الذين يوجد وا تحت القطب الشمالى يوجد عندهم طول النهار ستة شهور وذلك حين يكون ميل الشمس شماليا وأما الاماكن التى تكون تحت القطب الجنوبى فيكون طول الليل عند أهلها ستة شهور لان الشمس تمكث فى جهة شمال خط الاستواء ستة شهور وتمكث جهة الجنوب ستة شهور أخر ومتى كانت الشمس فى برج السرطان فانها تكون فى نقطة الانقلاب الصيفى ومتى كانت فى برج الجدى فتكون فى نقطة الانقلاب الشتوى

(فى تعريف دائرة الاعتدالين)

١٠ دائرة الاعتدالين هى دائرة من دوائر انصاف النهار مارة بنقطتى الاعتدال الربيعى والاعتدال الخريفى أعنى برج الحمل وبرج الميزان

(تعريف دائرة الانقلابين)

١١ دائرة الانقلابين هى دائرة من دوائر انصاف النهار وهى مارة بنقطتى الانقلاب الصيفى والانقلاب الشتوى أعنى برج السرطان وبرج الجدى وحيث كانت هذه الدائرة ودائرة الاعتدالين يقسمان دائرة المعدل الى أربعة أقسام متساوية فكل قسم منها يسمى فصلا أعنى ان فصل الربيع يكون من وقت دخول الشمس فى برج الحمل الى وقت دخولها فى برج السرطان وفصل الخريف يكون من وقت دخولها فى برج السرطان الى وقت دخولها فى برج السنبلة وفصل الخريف يكون

من وقت دخول الشمس فى برج الميزان الى ان تكون فى برج القوس وفصل الشتاء يكون وقت دخول الشمس فى برج الجدى الى ان تصير فى برج الحوت

(بيان الدوائر التابعة للدوائر العظيمه)

١٢ الدوائر التابعة للدوائر العظيمة ثلاثة دوائر السموت ودوائر الميل ودوائر العروض

(تعريف الدوائر السمتية)

١٣ الدوائر السمتية وتسمى بالدوائر الارتفاعيه هى دوائر عظيمة من دوائر الكرة وهى مارة بنقطتى سمت الرأس وسمت القدم وجميعهم اعمدة على دائرة الافق ومن ثم يؤخذ على محيطاتهم مقادير ارتفاعات الكواكب

(فى تعريف دوائر الميل)

١٤ دوائر الميل هم دوائر من دوائر انصاف النهار ومارين بالكواكب ويؤخذ على محيطاتها مقدار ميل الكواكب

(فى تعريف دوائر العروض)

١٥ دوائر العروض هى دوائر عظيمة من دوائر الكرة ومارة باقطاب دائرة ممر الشمس واعمدة عليها ويؤخذ على محيطاتها عرض الكواكب

(فى الدوائر التابعة للدوائر الصغيرة)

١٦ الدوائر المذكورة ثلاثة دوائر المقنطرات وهى الدوائر الموازية لدائرة الافق ودوائر مرور الشمس اليومى وتسمى بموازات الميل ودوائر موازيات العروض

(تعريف دوائر المقنطرات)

١٧ دوائر المقنطرات هى دوائر صغار موازية لدائرة الافق والدائرة التى توجد تحت الافق بمقدار ١٨ درجه تسمى مقنطر الشفق

(فى بيان الدوائر الموازيه لدوائر العروض)

١٨ دوائر موازيات العروض هى دوائر صغار موازيين لدوائر العروض

(تنبيه)

اعلم ان الدوائر التى ذكرت وجميع النقط الخمسة عشر هى وان كانت

موجودة على سطح الكرة السماوية فانها توجد أمثالها على سطح الكرة الارضية وكل دائرة مقابلة لنظيرتها ومطابقة لها فى الاسم والرسم أعنى انه كما يوجد خط استواء فى الكرة السماوية يوجد خط استواء أرضى وكما توجد دوائر انصاف نهار على الكرة السماوية يوجد أمثالهم على سطح الكرة الارضيه وقس على ذلك باقى الدوائر

(فى بيان المناطق التى على سطح الكره)

١٩ المناطق التى توجد على سطح الكره الارضيه خمسة الاولى المنطقة الحاره وهى كائنة مابين مدار السرطان ومدار الجدى وعرضها يساوى ٤٦ درجه و ٥٦ دقيقه والوان أهلها اسود لشدة حرارة الشمس فيها الثانيه المنطقة المعتدلة الشمالية وهى كائنة مابين مدار السرطان ومدار القطب الشمالى وعرضها يساوى ٤٣ درجه و ٤ دقائق والثالثة المنطقة المعتدلة الجنوبيه وهى كائنة مابين مدار الجدى ومدار القطب الجنوبى وعرضها يساوى ٤٣ درجه و ٤ دقائق والمنطقتان الباقيتان وهما محصوران مابين القطبين ومداريهما وعرض كل واحدة منهما يساوى ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه ويسمونهما بالمنطقتين المنجمدتين لشدة البرودة وجود الثلج فيهما

(فى بيان أحوال وضع الكرة)

٢٠ وضع الكرة يوجد على ثلاثة انواع الاول وضع مستقيم والثانى وضع متوازى والثالث وضع مائل

(ايضاح النوع الاول)

انه بالنسبة الى الاماكن التى توجد تحت خط الاستواء فان اقطاب العالم ترى على دائرة الافق ويكون خط الاستواء منطبقا على خط أول السموت المار بالمشرق والمغرب الحقيقيين ويكون محور العالم منطبقا على الافق ويكون شروق وغروب الشمس من المشرق والمغرب الحقيقيين وان ساعات النهار تساوى لساعات الليل ويكون قوس السعة مساويا لميل الشمس كما فى شكل (١) لاننا اذا رمزنا بحرف ا لموقع القطب الشمالى وبحرف ب للقطب الجنوبى فيكون محور العالم اب منطبقا

على الافق وعمودا على خط الاستواء ى و خط الاستواء يكون منطبقا
على الخط الواصل بين سمت الرأس ت القدم أعنى أول السموت وكذلك
مدار السرطان هـ و ومدار الجدى ح ط يكونان اعمدة على محور العالم
وميل الشمس يساوى قوس السعة لانه مأخوذ من دائرة الافق

(ايضاح النوع الثانى)

انه بالنسبة الى الاماكن التى توجد تحت قطبى الكرة يرى لسكان الاماكن
المذكورة ان اقطاب العالم توجد فى سمت الرأس وسمت القدم وخط
الاستواء يكون منطبقا على الافق وفى هذه الحالة تكون دوائر انصاف
النهار جميعها دوائر سموت ومتى وجد ميل الشمس جهة الشمال فانها
تكون دائما مرئية لسكان الذين تحت القطب الشمالى ويكون عندهم طول
النهار ستة شهور وهى مدة مكوث الشمس فى جهة شمال خط الاستواء
وأما الاماكن التى توجد تحت القطب الجنوبى فيرى لسكانها مدة الستة
شهور المذكورة ظلام ولا يرون الشمس الا اذا مالت الى جهة الجنوب
فحينئذ يوجد عندهم النهار ويظهر الظلام عند سكان القطب الشمالى

(ايضاح النوع الثالث)

وأما الاماكن التى توجد ما بين احد القطبين وخط الاستواء فيرى
لسكانها ان خط الاستواء يكون قاطعا للدائرة الافق فى زاوية تساوى
تمام عرض المكان وان القطب الذى يوجد فى جهة أهل الاماكن
المذكورة يكون مرتفعا عن الافق بمقدار عرض المكان ويظهر شروق
الشمس وغروبها فى كل يوم من نقطة مغايرة لنقطة شروق اليوم
الماضى وذلك بسبب زيادة ميل الشمس ونقصه من يوم الى يوم وبذلك
يختلف طول النهار عن طول الليل لان الشمس متى كانت فى نقطة الاعتدال
الربيعى او الاعتدال الخريفى فانه يستوى الليل والنهار فى سائر اماكن الدنيا
واذا مالت الشمس الى جهة القطب الشمالى فيزداد طول النهار بالنسبة
لاهل الاماكن الشمالية وينقص طول الليل ومتى كانت الشمس فى نقطة
الانقلاب الصيفى فيكون غاية طول النهار واخر قصر الليل وعكس ذلك
فى الاماكن الجنوبية

(تنبيه)

أعلم أن جميع سكان الاماكن التى توجد عروضهم متساوية فان طول الليل وطول النهار عندهم متماثل أعنى متساوى

(فى بيان الحركة اليومية التى يكون بها الليل والنهار)

٢١ من البديهى ان الشمس والقمر وسائر الكواكب تظهر كل يوم فوق الافق جهة الشرق وتختفى جهة المغرب بعد أن يرسم كل منها فى مروره قوسا عظيما ولا تصدر هذه الحادثة الا عن أحد شيئين اما عن دوران سائر الفلك حول الارض فى مدة ٢٤ ساعه أو عن دوران الارض فى هذه المدة على نفسها والاول مذهب المتقدمين من الحكماء وذهب المتأخرون الى اختيار الثانى وبطلان الاول وقالوا ان الشمس أعظم من الارض بمقدار ٣٢٨٠٠٠ مرة والبعد بينهما ٣٤٥٠٠٠٠٠ فرسخ فرنساوى وبالتجربة وجد أن كلة المدفع التى عزمها ٤٠٠ متر فى كل ثانية فاذا فرضنا بقاء سرعتها فى سيرها فلا تصل الى الشمس الا فى مدة تزيد على اثنى عشرة سنة فكيف يتصور سرعة حركة الشمس بحيث تقطع كل يوم دائرة أعظم من ذلك البعد ست مرات وكسور وان تقطع فى كل يوم وليلة ما تقطعه كلة المدفع فى خمس وسبعين سنة وكسور وتصير سرعتها أعظم من تعميرة المدفع بقدر ٢٧٣٧٥ مرة وكسور عدد أيام مدة خمسة وسبعين سنة ومثل هذا لا يتصور لانه يزيد زيادة عجيبة وكذلك بالنسبة الى النجوم الثوابت التى هى أعظم بعدا من الشمس وبذلك لا يكون الفلك بأسره أسيرا لحركته حول الارض التى هى جسم صغير فتعين الذهاب الى الطريقة الثانية وهى دوران الارض على نفسها وهذا سهل وموافق لما يشاهد فى السماء وعلى هذا يكون دوران الارض على نفسها يظهر كل جزء من أجزاء الارض للشمس وان الارض تمر على البروج الاثنى عشر كما انه يتصور مرور الشمس عليها وعلى كل من النوعين أعنى دوران الارض على نفسها أو الشمس حول الارض لا يختل حسابه بحساب الفلك كما هو معلوم (وبيان ذلك) اذا رصدت الشمس عند شروقها فانها ترى على الافق وكلما دارت الارض من جهة المغرب الى جهة المشرق ترتفع شيئا بعد شئ حتى اذا دارت الارض ربع المحيط فان

الشمس ترى فى سمت رأس الراصد وان تحولت فى الدوران بنصف نهاية سامه ترى عند غروبها على الافق واذا تحولت للنصف الثانى اختفت بكليتها ونظير الشمس غيرها من الكواكب الثوابت فهى غير متحركة ولكن يظهر انها ترسم دائرة حول الارض فى جهة مضادة لحركة الارض وتحفظ أوضاعها النسبية وحيثما كانت حركة الارض غير محسوسة لنا لاستواء اجزائها فى الحركة فان سائرنا على ظهرها يدور معها ونظير ذلك اذا سرنا فى سفينة تجرى بسرعة وصرفنا نظرنا الى شجرة أوشئ مرتفع يظهر لنا ان السفينة ثابتة والشجرة هى المتحركة تجرى فى جهة على عكس طريقنا وبهذا يتم المثل

(فى الحركة السنوية)

٢٢ اذا رصد كوكب الشمس فى السماء يوما من الايام وهى فى برج الحمل فان الشمس تظهر انها تدور على محيط دائرتها التى تسمى دائرة الكسوف ولا تعود الى محلها الاول الا فى آخر كل سنة وهذا الحادث عند المتأخرين من أهل الفلك يحصل من حركة الارض حول الشمس فى ٣٦٥ يوم و٥ ساعات ٤٨ دقيقه و ٤٩ ثانيه فتخط الارض فى دورانها بهذه الحركة السنوية نوعا من الدائرة المستطيلة التى تسمى بالقطع الناقص وهو مدار الارض والسطح المستوى الداخل فى المدار يسمى دائرة وسط فلك البروج ولا يقع كسوف الشمس الا اذا كانت الشمس والقمر والارض على خط هذا السطح وليست الشمس فى مركز هذا المدار بل هى فى نقطة من قطره الاعظم وتسمى هذه النقطة نقطة الاحتراق وليست الارض دائما متساوية البعد من الشمس بل انها تختلف فى الابعاد حسب الفصول الاربعة

واعلم انه بمقارنة الارصاد الفلكية وجد أن الشمس تتأخر عن وصولها الى برج الحمل فى كل سنة شمسية ٥٠ ثانيه و ١ من عشرة أعنى ان الشمس حين يصير وصولها الى نقطة الحمل فى مدة السنة الشمسية يكون الباقى عليها ٥٠ ثانية و ١ من عشرة أعنى ان مقدار السنة الشمسية يساوى ٣٦٦ يوما الا ٥٠ ثانيه و١ من عشرة (وأما) السنة النجومية وهى

المسافة التي تقطعها الشمس على محيط دائرتها من ابتداء كوكب ثابت حتى تعود اليه ومن ذلك يعلم ان السنة الشمسية أقل من السنة النجومية بمقدار ٥٠ ثانيه و٩ من عشرة وان السنة الشمسية تختلف عن السنة النجومية من سنة الى سنة وذلك لعدم انتظام حركة الشمس ومن ذلك اعتبر علماء الفلك متوسط عدة سنوات وجعلوا هذا المتوسط هو مقدار السنة الشمسية

(في ايجاد عدد ايام السنه الشمسيه)

٣٦ انه بحسب التجاريب التي عملت في ازمنة مختلفه وجد ان الشمس تقطع ٣٦٠٠٠ درجه و٤٥ دقيقه و٤٥ ثانيه في مدة ٣٦٥٢٥ يوم فكم يلزم من الايام والساعات التي تقطع الشمس فيها مقدار ٣٦٠ درجه في حركتها السنويه

(صورة العمل)

٣٦٥٢٥ يوم　　٣٦٠٠٠ر٤٥ر٤٥
سه　　٣٦٠

نسبة ٤٥ر٤٥ر٣٦٠٠٠ : ٣٦٠ :: ٣٦٥٢٥ يوم : سه

$$\text{أو سه} = \frac{٣٦٥٢٥ \times ٣٦٠}{٣٦٠٠٠\ ٤٥\ ٤٥} = ٤٩ر٤٨ر٥ر٣٦٥ \text{ يوم}$$

وهذا مقدار السنة الشمسية

(في ايجاد عدد ايام السنه النجوميه)

٣٤ يعلم مما تقدم ان الشمس تتأخر عن وصولها الى برج الحمل مقدار ٩ر٥٠ ثانيه في كل سنة واذا طرح هذا المقدار من ٣٦٠ درجه مقدار المحيط يصير الباقي ٣٥٩ درجه و٥٩ دقيقه و٩ ثانيه و٩ من عشره وحيث كانت الشمس تقطع ذلك المقدار في ٤٩ ثانيه و٤٨ دقيقه و٥ ساعات و٣٦٥ يوم ولاجل ان الشمس تقطع ٣٦٠ درجه مقدار محيط الدائرة من وقت انفصالها من نجم ثابت حتى تعود اليه فكم يلزمها من الايام والساعات الخ

(صورة العمل)

٩ر٩　　٩ر٥٩ر٣٥٩　　٤٩ر٤٨ر٥ر٣٦٥ ي
سه　　٣٦٠

نسبة ٩ر٩ر ٥٩ ر٣٥٩ : ٣٦٠ :: ٤٩ر٤٨ر٥ر٣٦٥ : س أو

$$\text{س} = \frac{٣٦٠ \times ٤٩ر٤٨ ر٥ ر٣٦٥}{٩ر٩ر٥٩ ر٣٥٩} = ١١ر٩ر٦ر٥ر٣٦٥ \text{ يوم}$$

وهو مقدار السنه النجوميه

(في بيان اليوم الحقيقي)

٢٥ اليوم الحقيقي هو مقدار الزمن الذي تقطعه الشمس يومي وذلك من وقت انفصالها من نصف نهار معلوم حتى تعود اليه وهذا على مذهب متقدمين أهل الفلك ومذهب المتأخرين هو الزمن الذي تقطعه الارض في دورانها من وقت انفصال احد الاماكن من نصف نهار ثابت حتى يعود اليه وهذا اليوم اما ان يصير من وقت نصف الليل او من وقت نصف النهار والاول يسمى يوم طبيعي والثاني يوم فلكي واليوم المذكور تارة يزيد عن ٢٤ ساعه وتارة ينقص عنها وتارة يكون يساوي ٢٤ ساعه ويوجد هذا التساوي في كل سنه أربعة ايام

(في اليوم النجمي)

٢٦ اليوم النجمي هو عبارة عن المسافة التي تقطعها الشمس أو الارض على احد القولين من وقت انفصال احدهما من نجم ثابت حتى تعود اليه

(في اليوم الوسطي)

٢٧ اليوم الوسطي هو عبارة عن يوم مقداره ٢٤ ساعه يوخذ من ساعه متوسطه والفرق الذي يوجد بينه وبين اليوم الشمسي هو مقدار تعديل الزمن ومما يعلم من أهل الفلك ان الشمس اذا كانت بالقرب من الارض فانها تكون سريعة الحركة وتقطع اليوم الشمسي في مدة أقل من ٢٤ ساعة وحينئذ يلزم ضم زمن التعديل على الزمن الشمسي حتى انه يصير زمن وسطي وعكس ذلك اذا كانت الشمس بعيده عن الارض فانها تكون بطيئة الحركة وتقطع زمن اليوم الشمسي في مدة تكون أكثر من ٢٤ ساعه ولذلك يطرح زمن التعديل من زمن اليوم الشمسي والباقي يكون زمن وسطي ويوجد تعديل الزمن في كتاب ميل الشمس المحرر سنوي بعلامته الدالة على الجمع أو الطرح ولبيان لاختلاف الحاصل بين اليوم الشمسي واليوم

اقول على وجه الاختصار اذا فرض ارك رمزا للدائرة الكسوفية و ا شه لدائرة المعدل ونقطة ب القطب الشمالي ثم رسمنا دائرة نصف نهار ب ر شه عامودا على دائرة المعدل فيحدث زاوية شه ب ا القطبيه التي تقاس بقوس ا شه المأخوذ من دائرة المعدل وانها لا تقاس بقوس ا ر المأخوذ من دائرة الكسوف وحيث كان قوس ا شه أصغر من قوس ار من مثلث ر ا شه القائم الزاويه في شه يوجد فيه الوتر ا ر اكبر من ا شه ومن ذلك يعلم ان الشمس اذا كانت تقطع من اليوم الواحد درجة واحدة من دائرة الكسوف فانها تقطع من دائرة المعدل قوسا مقداره أقل من درجه كما في شكل ٢ ولا يصير تساوي القوسين المذكورين الا اذا كانت الشمس في أحد نقطتي الانقلابين

(في بيان حركة الشمس اليومي في خط الاستواء)

٢٨ تقدم ان الشمس تقطع محيط دائرة خط الاستوا في ٣٦٥ يوم و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقه و ٤٩ ثانيه فكم تقطع من درج ودقائق في مدة يوم واحد

(صورة العمل)

٤٩ ثانيه و ٤٨ دقيقه و ٥ ساعات و ٣٦٥ يوم : يوم واحد :: ٣٦٠ درجه : س او

$$س = \frac{٣٦٠ \times ١}{٤٩ / ٤٨ / ٥ / ٣٦٥} = ٣٣ / ٨ \text{ ثانيه } ٥٩ \text{ دقيقه}$$

يساوي حركة الشمس في اليوم الواحد

وحيث علم مقدار السنة الشمسيه ٣٦٥ يوم و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقه و ٤٩ ثانيه وان في كل أربع سنوات يتكون من كسور السنه الشمسيه الذي هو ٤٩ ثانيه و ٤٨ دقيقه و ٥ ساعات فاذا ضرب هذا المقدار في أربعة سنوات ينتج ٢٣ ساعه و ١٥ دقيقه و ١٦ ثانيه وهذا المقدار ينقص عن اليوم الواحد بقدر ٤٤ دقيقه و ٤٤ ثانيه ولهذا السبب يختلف ميل الشمس من سنه الى سنه وسيأتي تصحيح ميل الشمس

بواسطة ماذكر

(القمر)

٢٩ القمر هو جرم كروية غير صادق الكروية وجرمه يساوى جزأ واحدا من تسعة وأربعين جزأ من جرم الارض ويخط بسيره حول الارض قطعا ناقصا وهو في حد ذاته مظلم الجسم وانما يكتسب الاستضاءة من شعاع الشمس ويقطع على محيطه في كل يوم ١٣ درجه و ١٧ من مائة فاذا قسمنا ٣٦٠ درجة على حركته اليومية التي هي ١٣ درجة و ١٧ من مائة ينتج خارج القسمة يساوى ٢٧ يوما وثلث يوم وفي هذه المدة يكون نوره ظاهرا وحيث كانت الشمس تقطع في كل يوم على دائرتها نحو درجة واذا طرحنا حركة الشمس من حركة القمر اليومية يكون الباقى ١٢ درجه و ١٧ من مائة واذا قسمنا ٣٦٠ درجة على ١٢ درجة و ١٧ من مائة وحول خارج القسمة الى أيام وساعات ينتج مقدار ٢٩ يوم و ١٢ ساعه و ٤٤ دقيقه وهو مقدار الشهر القمرى أعنى من وقت اجتماع القمر بالشمس في أول مرة ويدور المحيط ويجتمع معها مرة ثانية تمضى عليه المدة المذكورة ومن ذلك يجعل الشهر القمرى مرة ٢٩ يوما ومرة ثلاثين يوما وبيانه كما في شكل (٣)

ومن حيث انه في وقت اجتماع القمر مع الشمس يحجب نور القمر عن سطح الارض ويكون القمر والشمس في الاجتماع أو القران ولا يظهر الا اذا انفصل بأحد اجزائه من الشمس فيرى الجزء المستضىء بالشمس ولا يزال يزداد نوره حتى اذا قطع ربع محيطه فيرى ربع نوره ويسمى ذلك بالتربيع الاول واذا قطع نصف المحيط واستقبل الشمس باحد جهتيه فانه يرى بدرا واذا قطع ثلاثة ارباع محيطه يظهر ربع نوره ويسمى التربيع الاخير واذا اجتمع بالشمس يحجب نوره كما تقدم وبيانه كما في شكل (٥)

(في الكسوف)

٣٠ كسوف الشمس يقع متى توسط القمر بينها وبين الارض وخسوف القمر يصير متى توسط جسم الارض بين القمر والشمس وأوقعت عليه ظلها واذا كان ذلك يلزم كسوف الشمس في كل شهر وقت القران والاجتماع

وأيضا يقع خسوف القمر وقت الاستقبال مع ان الكسوفات غير ذلك ولا تقع الا احيانا وذلك لان مدار الارض ليس هو مدار القمر بل ان مدار القمر هو مائل على وسط فلك البروج بقدر خمس درجات وقاطع لها فى نقطتى الرأس والذنب فاذا كان القمر فى الاجتماع على الخط المستقيم فانه تارة يكون فوق الخط الواصل بين الشمس والارض وتارة تحته وان اشعة الشمس حينئذ تكون غير محجوبة فلا يقع الكسوف الا فى صورة وجود القمر فى أحد نقطتى الرأس والذنب أو قريبا من أحدهما وقت القران والاستقبال والكسوف المذكور اما ان يكون كليا أو جزئيا والاول اذا حجب ظل الارض سائر بسيط جرم القمر والثانى اذا لم يحجب ظل الارض الا جزأ منه وخسوف القمر على أمر واحد عند سائر أهل الناحية التى تراه وقت شروعه فى الخسوف وكذلك كسوف الشمس تارة يكون كليا وتارة يكون جزئيا أو ذا حلقة فاذا لم يحجب القمر الا جزأ من بسيط الشمس كان الكسوف جزئيا واذا صادف مركز القمر مركز الشمس والموضع الذى يرصد فيه الكسوف كان الكسوف كليا أو ذا حلقة لان الارض اذا كانت فى البعد الابعد والقمر فى نقطة الحضيض فانه يصغر جرم الشمس فى رأى العين اشدة بعدها عنه واذا كانت الارض فى بعدها الاقرب والقمر فى نقطة الاوج فيصغر جرمه ولا يحجب بسيط الشمس جميعه وترى من أطرافها كالحلقة وليس هذا الكسوف والخسوف مقصورا على الشمس والقمر بل يكون فى غيرهما من الكواكب السيارة وفى سائر الكواكب التى تكون محجوبة عن الشمس بنجم آخر

(فى الكواكب السيارة)

٣١ الكواكب السيارة معلومة عند أهل الفلك من قديم الزمان وهى سبعة كواكب على قول متقدمى أهل الفلك على ان القمر محسوب منها وأما قول المتأخرين ان عدد الكواكب السيارة ستة ماعدا القمر فانه من سيارة السيارة لانه يدور حول الارض التى هى كوكب سيار حول الشمس ثم وجد المتأخرون خمسة كواكب أخر فصار المجموع احدى عشر كوكبا وهى عطارد والزهرة والارض والمريخ والمشترى وزحل وهى الكواكب المعروفة

قديما وأما الكواكب المستجدة فهي مجرة السيارة وقرينة المشتري والسنبلة وابو الفالق والسماء

(في بيان عرض الكواكب)

٣٢ عرض الكوكب هو مقدار القوس الذي يؤخذ من دائرة العروض المارة بالكوكب ومحصور بين مركز الكوكب ودائرة مسير الشمس وحيث كانت الشمس دائما مارة على دائرة الكسوف ولا تنفك عنها فلا يوجد لها مقدار عرض ولا يوجد لها الا طول فقط

(في بيان طول الكواكب)

طول الكوكب هو قوس يؤخذ من دائرة مسير الشمس ومحصور بين برج الحمل ودائرة الميل المارة بالكوكب ثم ان طول الكواكب يعتبر من صفر درجة الى ٣٦٠ درجة اعني يعد من برج الحمل على محيط الدائرة الكسوفية الى مركز الكوكب

(في بيان ميل الكواكب)

٣٣ ميل الكوكب هو قوس يؤخذ من دائرة نصف النهار المارة بالكوكب ومحصور بين مركز الكوكب وخط الاستواء فاذا كان الكوكب يوجد في شمال خط الاستواء فيكون ميله شماليا وان وجد في جنوب خط الاستواء فيكون ميله جنوبيا أما اذا كان الكوكب على خط الاستواء فانه ينعدم مقدار ميله كليا ومن ذلك اذا كانت الشمس في احدى نقطتي الاعتدالين اعني نقطتي الحمل أو الميزان فانه ينعدم ميلها ويستوي الليل والنهار وأما اذا كانت الشمس في احدى نقطتي الانقلابين فيوجد غاية ميلها ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه والشمس تمكث في شمال خط الاستواء ستة شهور وتمكث في جنوبه ستة شهور اخر

(في بيان مطالع مستقيم الكواكب)

٣٤ مطالع مستقيم الكوكب هو مقدار القوس الذي يؤخذ من خط الاستواء وهو محصور بين نقطة الحمل ونقطة تقاطع دائرة الميل المارة بالكوكب مع خط الاستواء ويعد مطالع مستقيم الكوكب من ابتداء برج الحمل أي صفر درجة أو صفر ساعة الى غاية ٣٦٠ درجه او ٢٤

ساعه ومن ذلك يعلم ان جميع الكواكب التي تكون على خط نصف نهار واحد فان مطالعها المستقيمة تكون متساوية

(تنبيه)

يعلم مما تقدم انه اذا علم عرض وطول الكوكب يمكن تعيين موقعه على سطح الكرة وكذلك اذا علم مطلع مستقيم الكوكب وميله او اذا علم ميل الكوكب وطوله

وكيفية تعيين محل الكوكب بالوجه الاول ان تعد اولا مقدار طول الكوكب على دائرة الكسوف مبتدئا من برج الحمل وتضع ابرة قائمة ثم تمر من موقع الابرة بدائرة تكون عمودا على دائرة الكسوف الى جهة القطب الذي يوجد فيه الكوكب ويؤخذ عليها مقدار عرض الكوكب وفي انتهاء ذلك العد يكون محل الكوكب المطلوب

العمل بالوجه الثاني تأخذ مقدار مطلع مستقيم الكوكب من دائرة خط الاستواء مبتدئا من برج الحمل الى جهة محل الكوكب وتضع ابرة قائمة ثم تمر منها بدائرة نصف نهار تكون عمودا على خط الاستواء ثم تعد عليها مقدار ميل الكوكب من جهة خط الاستواء وفي انتهاء عدد مقدار الميل فانه يوجد موضع الكوكب المطلوب

والعمل بالوجه الثالث تعد طول الكوكب من دائرة الكسوف مبتدئا من برج الحمل الى جهة موضع الكوكب وتضع ابرة ثم تمر منها دائرة نصف نهار تكون عمودا على خط الاستواء وتعد منها مقدار الميل وبانتهاء العدد يوجد محل الكوكب المطلوب

(في بيان أسماء النجوم الثوابت ومطالعها المستقيمة وميلها والحركة السنوية في الميل والمطالع المستقيمة من ابتداء شهر يناير سنة ١٨٧٤)

أسماء الكواكب	المطالع المستقيمة س ق ثه	حركة المطالع السنوية ع ثانيه	ميل الكواكب ° ' "	حركة الميل السنوية ع ثانيه
الدب الاصغر	٠١ر١٢ر٣٨	+ ٣٠ر ٠٧٣	٨٨ر٢٨ر١٥ ش	+ ١٩ر٥٣
ذات الكرسي أو كشوبه	٠٠ر٣٣ر٢٣	+ ٠٣ر ٣٦٤	٥٥ر٥٠ر٤٠ ش	+ ١٩ر٨٠٣
امرأة مسلسلة	٠١ر٣٣ر٠١	+ ٠٣ر ٣٣٤	٠٧ر٥٢ر٣٨ ج	+ ١٨ر٤١٣
حمل	٠٢ر٠٠ر٠٤	+ ٠٣ر ٣٦٦	٢٢ر٥١ر٥٦ ش	+ ١٧ر٢١٤
الدبران	٠٤ر٢٨ر٤١	+ ٠٣ر ٤٣٥	١٦ر١٥ر١٤ ش	+ ٠٧ر٦٠٨
رجل الجوزا	٠٥ر٠٨ر٤٩	+ ٠٢ر ٠٨٨	٠٨ر٢٠ر٥٧ ج	+ ٠٤ر٠٤٥
رأس الجل أو كستور	٠٧ر٢٦ر٣٤	+ ٠٣ر ٨٤١	٣٢ر٠٩ر٤٥ ش	− ٠٧ر٤٧٨
شعرى اليمانيه	٠٦ر٣٩ر٣٦	+ ٠٢ر ٦٤٦	١٦ر٣٢ر٤٣ ج	− ٠٤ر٦٩١
الكلب الاصغر	٠٧ر٣٧ر٣٦	+ ٠٣ر ٦٧٩	٢٨ر١٩ر٢٤ ش	− ٠٨ر٣٤٨
المجرة	٠٩ر٢١ر٣٤	+ ٠٣ر ٩٤٧	٠٨ر٠٩ر٤٣ ج	+ ١٥ر٤١٣

(تابع الجدول السابق)

أسماء الكواكب	المطالع المستقيمة (سه ق س)	حركة المطالع السنويه (ع ثانيه)	ميل الكوكب (ه ـ س)	حركة في الميل السنويه (ع ثانيه)
رجلوس	١٠ر ١٠ر ٤٠	+ ٠٢ر ٢٠٠	١٢ر٣٤ر٥٦ ش	− ١٧ر ٤٢١
السنبله	١٣ر ١٨ر ٣٣	+ ٠٣ر ١٥١	١٠ر٣٠ر١١ ج	− ١٨ر ٩٣٧
سماك الرامح	١٤ر ٠٩ر ٥٥	+ ٠٢ر ٧٣٤	١٩ر٥٠ر٢٣ ش	− ١٨ر ٨٤٦
الطائر	١٩ر ٤٤ر ٣٨	+ ٠٢ر ٩٢٨	٠٨ر٣٢ر١٣ ش	+ ٠٩ر ٣٣٢
الذنب	٢٠ر ٣٧ر ٠٨	+ ٠٢ر ٠٤١	٤٤ر٤٩ر٠١ ش	+ ٩٢ر ٦٩٩
فم الحوت	٢٢ر ٥٠ر ٤١	+ ٠٣ر ٣٢٧	٣٠ر١٧ر٢٤ ج	+ ١٨ر ٩٦٤
السفينه	٢٣ر ٥٨ر ٢٩	+ ٢ر ٩٨٣	١٣ر٣١ر٤٠ ش	+ ١٩ر ٣١٧
سهيل اليمني	٠٦ر ٢١ر ٠٩	+ ٠١ر ٣٣٠	٥٢ر٣٧ر٣٩ ج	− ٠١٤ ٨٢٩

(تنبيه)

اعلم ان هذا الجدول الموضوع فيه أسماء الكواكب ومطالعها المستقيمة وميلها وحركة المطالع وحركة الميل السنويه فالذى موضوع على ميله حرف ش يدل على ان ميله شمالى والذى موضوع عليه حرف ج يدل على ان ميله جنوبى وهذا الجدول معمول لسنة ١٨٧٤ مسيحيه من ابتداء شهر ينايرو وان هذا الجدول ينفع لاستخراج المطالع المستقيمة وميلها فى السنين التى تأتى بعد سنة ١٨٧٤ وذلك بان يطرح تاريخ سنة ١٨٧٤ من تاريخ السنة التى يراد فيها استخراج المطالع المستقيمة والميل والباقى يضرب فى الحركة السنوية سواء كان فى حركة الميل أو فى حركة المطالع ثم يضم او يطرح حسب العلامة الموجودة فى الجدول للمطالع المستقيمة والميل والناتج يكون مطلعا مستقيما أو ميل الكوكب المراد استخراج مطلع مستقيمه وميله

مثال ذلك اذا أريد استخراج مطلع مستقيم نجم كشوبه فى سنة ١٨٧٦ فى شهر يوليو فيطرح أولا تاريخ سنة ١٨٧٤ من تاريخ سنة ١٨٧٦ فى شهر يوليو فيكون الباقى سنتين وستة شهور أعنى سنتين ونصفا فيضرب فى ٣ ثوانى و ٤٤٣ أعشارى من ألف الحاصل يوجد ٨ ثوانى فيضم على صفر ساعه و ٣٣ دقيقه و ٢٢ ثانيه فيصير الحاصل صفر ساعه و ٣٣ دقيقه و ٣٠ ثانيه وهذا يساوى مطلع مستقيم النجم المذكور فى سنة ١٨٧٦ فى شهر يوليو وكذلك يضرب سنتين ونصف فى الحركة السنوية للميل وهى ١٩ ثانيه و ٨٠ اعشارى من مائة ينتج ٤٩ ثانيه و ٥ من عشرة فيضم على ميل الكوكب وهو ٥٥ درجه و ٥٠ دقيقه و ٥٤ ثانيه فيصير الحاصل ٥٥ درجه و ٥١ دقيقه و ٤٣ ثانيه و ٥ من عشرة وهذا يكون مساويا للميل نجم كشوبه سنة ١٨٧٦ شهر يوليو وقس على هذا باقى الكواكب

(فى بيان عرض الاماكن الارضيه)

٢٥ عرض المكان هو عبارة عن بعد المكان المذكور عن خط الاستواء ويؤخذ من دائرة نصف نهار المارة به أو هو يساوى القوس المأخوذ من دائرة نصف نهار المكان المحصور بين خط الاستواء والمكان

الرأس أوانه يساوي ارتفاع القطب عن الافق والعرض المذكور وتارة يكون شماليا وتارة يكون جنوبيا فان كان المكان في شمالي خط الاستواء فعرضه شمالي وان كان في جنوب خط الاستواء فعرضه جنوبي والعرض المذكور يعد من صفر درجه من جهة خط الاستواء الى ٩٠ درجه أعني الى القطب

وبيان ذلك نفرض ان دائرة ا جـ ب د كما في شكل (٤) هي دائرة نصف نهار المكان وخط ا ب الافق ونقطة جـ سمت رأس الراصد ونقطة د سمت القدم ونقطة هـ القطب الشمالي ونقطة و القطب الجنوبي و هـ و محور العالم وحيث كان خط الاستواء عمود على محور العالم فاذا يكون ر ح خط الاستواء السماوي عمودا على هـ و ويكون قوس ا جـ يساوي قوس هـ ر لان كلا منهما ربع محيط فاذا طرحنا قوس هـ جـ المشترك يكون الباقي ا هـ يساوي لقوس جـ ر أعني ان ارتفاع القطب عن الافق يساوي انخفاض خط الاستواء السماوي عن سمت الرأس وكل قوس منهم يساوي بعد المكان عن خط الاستواء

(تنبيه)

اعلم ان جميع الاماكن والبلدان التي توجد على خط واحد موازي لخط الاستواء فان عروضهم تكون متساوية

(في اطوال الاماكن الارضيه)

٣٦ طول المكان هو مقدار القوس الذي يؤخذ من خط الاستواء وهو محصور بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة نصف نهار البلد المعتبر مبدأ طول فان كان ذلك المكان يوجد في جهة مشرقه ويكون طوله شرقيا وان كان في جهة مغربه فيكون طوله غربيا والطول يعد من كل جهة من خط نصف نهار المكان المعتبر مبدأ طول الى ١٨٠ درجه من كل جهة والمعتبر في وقتنا هذا مبدأ طول عند دولة الانكليز نصف النهار المار بمدينة قرنويج ونصف نهار المار بمدينة باريز عند أهل فرانسا ونصف النهار المار بمدينة كاديس عند أهالي اسبانيا وأما عند الاسلام زادهم الله قوة وفهما كان قديما مبدأ الطول نصف نهار المار بجزائر

الحالات والآن صار اعتبار مبدأ الطول نصف نهار بمدينة قسطنطينية وعلى هذا فانه يمكن اعتبار كل نصف نهار مبدأ طول المكان المار به نصف النهار المذكور

(تنبيه)

اعلم ان خط نصف النهار المار بمدينة باريز يوجد في شرق نصف نهار غرنويج بعيدا عنه بمقدار درجتين و ٢٠ دقيقة وبهذا الفرق يمكن تحويل الطول المأخوذ من نصف نهار باريز الى طول مدينة غرنويج ولذلك يضم الفرق المذكور على الطول المعتبر من نصف نهار باريز وبالعكس

[illegible] نصف النهار المارة بها وهذه الدوائر [illegible] وكذلك طول الاماكن تؤخذ على خط الاستواء ومن كون صار جعل دوائر أنصاف النهار في الخريطة [illegible] تقسيم الدرج [illegible] لبعضها فانها تقسم جميع الخطوط الموازية لخط الاستواء الى اقسام تكون متساوية لاقسام خط الاستواء وبهذا يصير تقاسيم درج الاطوال كلها متساوية [illegible] الاقسام [illegible] قطبي الكرة [illegible] الدرج [illegible] وضع [illegible] بكل [illegible] الجداول [illegible] على مقادير [illegible] لكل درجة وهي من صفر [illegible] الى اللوغاريتم

(في بيان تقدير الزمن)

[illegible] ان اليوم [illegible] من وقت نصف النهار [illegible] وقت نصف [illegible] اليوم الذي [illegible] وقت [illegible] النهار الى [illegible] اليوم الذي بعده [illegible] [illegible] اليوم الذي [illegible] [illegible] اليوم الفلكي [illegible] [illegible] اليوم الاعتيادي [illegible]

فاذا طرحناه من أيام وساعات اليوم الاعتيادى ١٢ ساعة فيصير محولا الى زمن فلكى واذا جمعنا الى وقت اليوم الاعتيادى مقدار ساعات شروق الشمس فانه يصير محولا الى ساعات اسلامية وعكس ذلك اذا أردنا تحويل الوقت الفلكى الى وقت اعتيادى أو تحويل الوقت الاسلامى الى وقت اعتيادى

(فى تحويل درج الاطوال الى ساعات)

٣٨ قد ذكرنا فيما تقدم ان الشمس والارض تقطع فى حركتها اليومى محيط الدائرة الذى يساوى ٣٦٠ درجة فى مدة ٢٤ ساعة واذا قسمنا ٣٦٠ درجة مقدار المحيط على ٢٤ ساعة ينتج ١٥ درجة اعنى ما يخص الساعة الواحدة من الدرج واذا حولنا ١٥ درجة الى دقائق تصير ٩٠٠ دقيقة واذا قسمنا ٩٠٠ دقيقة على ٦٠ دقيقة مقدار الساعة الواحدة ينتج خارج القسمة يساوى ١٥ دقيقة اعنى ان كل دقيقة زمانية تساوى ١٥ دقيقة من دقائق الدرج ومثل ذلك يصير كل ثانية واحدة من ثوانى الساعات تساوى ١٥ ثانية من ثوانى الدرج وهكذا الخ

وعلى مقتضى هذا اذا أريد تحويل ٦٢ درجة و ٢٠ دقيقة و ٤٥ ثانية الى ساعات ودقائق وثوانى زمانية فنقسم ٦٢ درجة على ١٥ دقيقة ينتج مقدار أربع ساعات و يبقى درجتان من المقسوم فتحول الى دقائق ثم يضم عليها ٢٠ دقيقة الموجودة فيصير الحاصل ١٤٠ دقيقة ثم نقسم ١٤٠ دقيقة على ١٥ ينتج ٩ دقائق زمانية والباقى من المقسوم ٥ دقائق تضرب فى ٦٠ ثم يضم عليه ٤٥ ثانية الموجودة فيصير الحاصل ٣٤٥ ثانية و بقسمتها على ١٥ ينتج مقدار ٢٣ ثانية زمانية اعنى ان ٦٢ درجة و ٢٠ دقيقة و ٤٥ ثانية تساوى ٤ ساعات و ٩ دقائق و ٢٣ ثانية زمانية وعكس ذلك اذا أريد تحويل الساعات والدقائق والثوانى الى جنس الدرج والدقائق والثوانى (ولاجل) السهولة فى العمل نضرب الثوانى والدقائق والدرج فى ٤ وتقسم حاصل كل منها على ٦٠ (وهذه القاعدة) موافقة للقاعدة المتقدمة لاننا ذكرنا انه اذا صار تقسيم ثوانى الدرج على ١٥ ينتج خارج القسمة ثوانى زمانية وضرب الثوانى المذكورة فى ٤ وقسمة

الحاصل

الحاصل على ٦٠ التي هي مركبة من ضرب ٤ في ١٥ وحذفنا ٤ من البسط والمقسام تصير الثواني مقسومة على ١٥ كالاول وبمثل ذلك يصير الاثبات على الدقائق والدرج

(في بيان آلة الارتفاع وكيفية استعمالها)

٣٩ الآلات المستعملة لاخذ ارتفاعات الكواكب توجد على ثلاثة أصناف (الاولى) الآلة الثمنيه وتسمى باللغة الافرنجيه أوكتانت وهي التي قوسها ٤٥ درجه (والثانية) الآلة السدسية وتسمى سكستان وقوسها يساوي ٦٠ درجة أو ٧٥ درجة (والثالثة) الدائرة ومحيطها يساوي ٣٦٠ درجه والآلة المذكورة هي مصنوعة على شكل قطاع دائرة مصنوع من خشب متين ذو صلابة أو انها تكون مصنوعة من النحاس وحيث كان مقدار الارتفاع المأخوذ منها يساوي ضعف قوسها الاصلي كما سيأتي بيانه فمن ذلك صار تقسيم قوس الآلة الذي أصله ٤٥ درجة الى ٩٠ درجة والقوس الذي أصله ٦٠ درجة صار تقسيمه الى مائة وعشرين والذي أصله ٧٥ درجة صار تقسيمه الى ١٥٠ درجة كما في شكل (٦) والآلة المذكورة يوجد لها مسطرة متصلة معها في رأس القطاع في دائرة من نحاس بحيث أنها تتحرك على سطح القطاع المماسة له وفي رأسها مرآة مستطيلة مصنوعة بالزئبق مجعولة لانعكاس صورة الكواكب فيها وهي قائمة عمودية على سطح القطاع كما رمز لها بحرف ج في الشكل المذكور ويوجد على نصف قطرها الثاني مرآة أخرى صغيرة عمودية عليه مقسومة الى قسمين قسم أعلى وقسم أسفل والاسفل مصنوع بالزئبق فقط بحيث انه لا يحجب الاشياء التي تنظر فيه ثم وضع خلفها وأمامها اربعة مربعات زجاج ملون لاجل منع حرارة الشمس ويوجد على نصف قطرها الاول المرموز له بحرفي ا ج قائم من نحاس مفتوح لينظر منه الكوكب والآلة المذكورة يقسم قوسها ٩٠ درجه او ١٢٠ درجه أو ١٥٠ درجه وكل درجه يصير تقسيمها اما ثلاثة اقسام أو اربعة أو ستة فاذا كانت الدرجه الواحدة تقسم الى ثلاثة أقسام متساوية فيقسم قوس المسطرة المسماة بالمضاضة الى ٣ قسما وكل قسم

يعتبر دقيقة ثم يقسم كل قسم منها الى قسم من كل قسم يكون ١٥ ثانيه و اما اذا صار تقسيم قوس الدرجه الواحدة الى اربعه أقسام متساويه فيصير تقسيم قوس العضاضه الى خمسة عشر قسما كل قسم يعتبر دقيقه ثم يقسم كل قسم من تلك الاقسام الى اربعة أقسام كل قسم يساوي ١٥ ثانية واذا صار تقسيم الدرجة الواحدة الى ستة أقسام متساوية يصير تقسيم قوس العضاضة الى عشرة أقسام متساوية كل قسم يعتبر دقيقة وكل دقيقه تقسم الى ستة أقسام متساوية كل قسم منها يساوي عشرة ثواني ثم يصير ترقيم صفر درجة على خط صفر قوس السكستان ويرقم على الدرجه الخامسه خمس درجات وعلى العاشرة عشر درجات وهكذا الى آخر انتهاء القوس

(في كيفية تصحيح آلة السكستان)

٤٠ أولا يلزم تصحيح الآلة المذكورة بالاوجه الآتية وهو أن يصير وضع الآلة في يد الراصد اليسرى حالة كونها مسطحة ورأسها الى جهة الراصد ويوضع العضاضه في وسط القوس ثم ينظر بانخفاء بصره الى سطح المرآة المستطيلة فيرى نصف قوس الآلة في داخلها والنصف الثاني خارجا عنها فاذا وجد القوسين المنظورين في مستوى واحد يعلم حينئذ ان المرآة المستطيلة تكون عمودا على سطح القطاع وان وجد طرفي القوس ليس في مستوى واحد فيصير تحريك المسامير التي خلفها حتى يرى طرفي القوس في سطح المستوى المذكور

(التصحيح الثاني) ان يصير وضع صفر العضاضه منطبقا على خط صفر القوس ثم يضع الراصد الآلة في يده اليسرى وينظر الى الافق الطبيعي فيرى أحد جهتيه في الزجاجة السفلى المصنوعه بالزئبق والجهة الثانيه في القسم الثاني فان وجد جهتي الافق في مستوى واحد يعلم ان المرآة الصغيرة تكون عمودية على نصف القطر ج ب وان وجد أحد جهتي القوس اعلى من الثاني فيلزم تحريك المسامير التي خلفها حتى يجد طرفي الافق في مستوى واحد أو يجعل الراصد نفسه متجها الى جهة الشمس وينزل بعض الزجاجات الملونة التي توجد أمام المرآة الصغيرة والتي خلفها ثم ينظر الى الشمس فان وجد شمسين منطبقتين على بعضهما فيعلم ان التصحيح الثاني كان صحيحا وان

وجد صورة شمسين احداهما أعلى والاخرى أسفل فيحرك المسامير التى خلفها حتى تنطبق احدى الشمسين على الاخرى وان وجد أن احدا الشمسين يمينا والاخرى شمالا فيلزم وضع المسمار المعد للتصحيح الثالث وتحركه الى ان تنطبق احدى الشمسين على الاخرى

(فى معرفة غلط أقسام السكستان)

٤١ حيث كان قوس آلة السكستان وقوس العضاضه مقسومين الى اجزاء صغيرة فربما يوجد فى التقاسيم عدم مساواة وعند أخذ ارتفاع الكوكب يصير الارتفاع المأخوذ مخالفا للارتفاع الصحيح بشئ يسير ويلزم معرفة هذا الغلط لاجل طرحه من الارتفاع المأخوذ أو ضمه اليه ولمعرفة ذلك يصير تطبيق خط صفر العضاضه على خط صفر القوس ثم ينزل بعض الزجاج الملون الموجود أمام المرآة الصغيرة وخلفها ثم ينظر الراصد الى الشمس ويحرك مسمار العضاضه الى ان يرى الشمس المتحركه مماسة للشمس الثابتة ثم يعد الدقائق التى توجد خلف صفر العضاضه أو أمامه وايضا يحرك مسمار العضاضة الى أن يمس محيط الشمس المتحركة محيط الشمس الثابتة من جهة العلو ويعد الدقائق التى توجد ثم يطرح دقائق الثانى من دقائق الاول ونصف الباقى فيكون ذلك هو الغلط الموجود بالسكستان فان كان ذلك الغلط فى التأخير فيلزم ضمه على الارتفاع المأخوذ وان كان تقديما يلزم طرحه من الارتفاع المأخوذ

(فى خاصية انعكاس شعاع الكواكب فى المرائى المذكورة)

٤٢ الخط الشعاعى الواصل من الكواكب الى سطح المرآة المستطيلة يحدث مع الخط المار بسطحها زاوية تكون مساوية للزاوية الحادثة من الخط الشعاعى المنعكس فى سطح المرآة مع تقاطعه مع الخط المبعوث من نظر الراصد الى الكوكب شكل (٧)

ولايضاح ذلك نقول ان كمية الضوء المنعكس من جسم تتعلق بطبيعة الجسم العاكس وبدرجة ميل الاشعة بالنسبة للسطح العاكس فقد علم بالتجربة ان الزئبق يعكس الضوء أحسن من المائعات الاخر وان السطح الصقيل يعكس أكثر من السطح الغير الصقيل وتأثير ميل الاشعة بالنسبة للسطح

العاكس ظاهر فان شدة الاشعة العمودية اعظم من شدة الاشعة المائلة وكيفية انعكاس الضوء على المرآة المستوية يسهل بما ذكرنا ولنعتبر أولا كوكب ز أمام المرآة المستوية وهى ا ب ثم ننزل من نقطة ز عمودا على ب ا ونمده الى الجهة الاخرى ونأخذ ا ر يساوى ا ز فمن ذلك يحدث مثلث ج ا ز يساوى مثلث ج ا ر لان ج ا مشترك بينهما والضلع ز ا يساوى ا ر بالعمل والزاوية ر ا ج تساوى زاوية ز ا ج لان كلا منهما قائمة ومن ذلك تكون زاوية ز ج ا تساوى زاوية ا ج ر وزاوية ا ج ر تساوى زاوية و ج ب لتقابلهما بالرؤس فتكون زاوية و ج ب تساوى زاوية ز ج ا وحيث ان المرآتين ع و ج هما متوازيان فتكون زاوية ع ج ا تساوى ز ع ل وزاوية و ج ب تساوى الزاوية ز ج ا الاصلية فمن ذلك علم ان زاوية الارتفاع ز ع ل هى نصف مجموع الزاويتين ز ج ن و و ج ب شكل (٧)

وحيث كانت الزاوية ز ج ا الارتفاعية تساوى زاوية و ج ب المتكونة من الخط الشعاعى الواصل بين المرآة المستطيلة والمرآة الصغيرة والخط الشعاعى الذى صار انعكاسه لنقطة و ومن ذلك يفهم ان مقدار الارتفاع المأخوذ من أحد الكواكب يكون ضعف القوس المنسوب لمحيط الدائرة أعنى اذا كان قوس السكستان أصله ٤٥ درجة فانه يعتبر ٩٠ درجة فى التقسيم واذا كان أصله ٦٠ درجة يصير عند التقسيم ١٢٠ درجة واذا كان ٧٥ درجة يقسم ١٥٠ درجة وهكذا

(فى كيفية أخذ ارتفاع الكوكب)

٤٣ يلزم قبل الشروع أن يصير تصحيح السكستان بالتصحيحات التى ذكرت سابقا ثم يصير استخراج مقدار غلط التقاسيم التى يوجد بها وبعد ذلك يضع الراصد السكستان بيده اليسرى بشرط أن تكون الآلة المذكورة عمودا على جسمه ثم يتجه الى جهة الكوكب بعد تنزيل بعض الزجاجات الملونة التى توجد أمام المرآة الصغيرة والتى خلفها ويحرك العضاضة الى أن يرى محيط الكوكب مماسا النقطة فى الافق سواء كان القياس بجهة

الكوكب الاسفل أو محيطه الأعلى ولاجل تحقيق نقطة التماس بالافق يميل الراصد يمينا وشمالا حتى انه يرى محيط الكوكب مماسا للافق في نقطة واحدة وبعد ذلك يصير تعداد درج قوس السكستان الذي يوجد على يمين خط صفر العضادة ثم ينظر الى خط الصفر المذكور كم فات من أقسام الدرجة الواحدة فان فات قسم واحد ووجد في القسم الثاني وكانت أقسام الدرجة ثلاثة فيحسب القسم الواحد بعشرين دقيقة ويأخذ كسور الدقائق من تقاسيم قوس العضادة اعني انه ينظر الى خط صفر العضادة هو محاذي لاي خط من خطوط أقسام قوس السكستان ويعد الدقائق المسبوقة عن خط الصفر ويضمها على عشرين دقيقة التي هي مقدار القسم الواحد واذا كان خط صفر العضادة فات قسمين ووجد في القسم الثالث فيكون مقدار القسمين المذكورين ٤٠ دقيقة ثم يأخذ كسور الدقائق من قوس العضاضه أعني يصير تعداد دقائق قوس العضادة من عند الصفر الى حد الخط المحاذي لخط قوس أحد أقسام تقاسيم السكستان ثم يجمع ما وجد من الدقائق المأخوذة من أقسام قوس العضادة على ٤٠ دقيقه التي هي مقدار القسمين المأخوذين من اقسام الدرجه فالحاصل من ذلك يكون مقدار الارتفاع المطلوب

(في بيان الافق الصناعي وكيفية أخذ الارتفاع عليه)

٤٤ الافق المذكور مصنوع من قطعة زجاج مسودة اللون مستديرة أو مستطيلة الشكل مطروفة داخل شمبر نحاس له أربعة قوائم مفلوظة وهذا الافق يصير وضعه على مكان مستوى السطح ثم يصير موازاته للافق الارضي بواسطة أنبوبة التسوية وهي عبارة عن ماسوره داخلها روح العرقي أو روح الزاج وبها جزء خالي للهواء وبعد أن يصير وضع سطح الافق الصناعي موازيا لافق سطح الارض يتجه الراصد الى الافق المذكور وبيده آلة السكستان ويتأخر عن الافق حتى يرى صورة الشمس مرئية في سطحه ثم يوجه السكستان بعد تنزيل ما يلزم من الزجاج الملون ويحرك العضاضه الى ان يرى صورة الشمس المتحركة في وسط سطح الافق ومس محيطها الاسفل أو الاعلى بمحيط الشمس المرئية سابقا في سطح الافق ثم بعد

درج ودقائق الارتفاع كما تقدم ومقدار هذا الارتفاع يؤخذ نصفه فيكون هذا النصف هو مقدار الارتفاع المطلوب لان سطح هذا الافق هو من نوع المرائي التي تنعكس فيها صور الكواكب ومن ذلك يكون الارتفاع المأخوذ عليه ضعف الارتفاع الذي يؤخذ على الافق الطبيعي ويجوز عمل الافق الصناعي من زئبق يصب في حوض مصنوع من خشب أو حديد بحيث يصير وضعه على سطح الارض ولا يلزم موازاته للافق الارضي لانه يستوي ويوازي للافق الارضي بنفسه بدون عمل ثم يؤخذ عليه الارتفاع كما تقدم

(في تحويل الارتفاع المأخوذ الى حد مركز الكوكب)

٤٥ من حيث ان الارتفاع المأخوذ هو من حد محيط الكوكب الى سطح الافق وهذا الارتفاع يلزم تحويله الى مركز الكوكب فيضم نصف قطر الكوكب او يطرح منه بحسب ما يؤخذ الارتفاع المذكور فان كان جرى أخذه من محيط الكوكب من جهة الاسفل فيضاف نصف قطر الكوكب على الارتفاع المأخوذ وان كان الارتفاع المأخوذ من المحيط الاعلى فانه يطرح مقدار نصف القطر من الارتفاع المذكور وقد وجد بالتجربة ان مقدار قطر الشمس وهي في المكان الابعد من الارض يساوي ٣٢ درجه و٣٦ دقيقه وقطرها وهي في بعدها الاقرب الى الارض يساوي ٣١ درجه و٣٣ دقيقه وقد صار وضع نصف قطر الشمس والقمر في جداول الوغاريتم محاذ بالايام السنة (وبيان ذلك) اذا فرضنا أ ب د سطح الكرة الارضية و ج مركزها و هـ و الافق الحقيقي و ت ق الافق الطبيعي الموازي له والراصد كائن في نقطة ب والشمس في نقطة ح ونقطة ى من محيطها الاسفل ونقطة ط من المحيط الاعلى كما في شكل (٩)

١٠ اجرى أخذ ارتفاع الكوكب من محيطه الاسفل اعني انه اذ صار مس المحيط الاسفل اعني نقطة ى الى زاوية الافق في نقطة ق فيكون الارتفاع المأخوذ يساوي ق ى د لاجل ان يصير مساويا ق ح يلزم ضم نصف القطر ى ح الى الارتفاع المأخوذ حتى انه يساوي ق ح اعني من الافق

لحد مركز الكوكب

(تنبيه)

ولاجل معرفة قطر الشمس بواسطة آلة السكستان أولا يصير وضع صفر العضاضة على صفر القوس ثم ينزل بعض ما وجد من الزجاج الملون الذى أمام المرآة الصغيرة وخلفها ويتجه الراصد لجهة الشمس فيجد شمسين منطبقتين على بعضهما واذا حرك العضاضة يرى احدى الشمسين قد انفصلت من الثانية فمس محيط الشمس المتحركة بمحيط الشمس الثابتة سواء كان ذلك من جهة أسفلها او من جهة أعلاها ويصير تعداد الدقائق التى توجد فى قوس السكستان فذلك هو مقدار قطر الشمس

(فى بيان ارتفاع الافق)

٤٦ من كون ان كل نقطة كائنة على سطح الارض يوجد لها أفق طبيعى وان كل شخص يصير مرتفعا عن سطح الارض يرى له أفق يكون مماسا لسطح الارض فعلى ذلك الارتفاع الذى يؤخذ من الكوكب بالنسبة لارتفاع المكان فانه يزيد مقداره عن الارتفاع الذى يؤخذ والراصد على سطح الارض وبهذا السبب يلزم طرح حصة ارتفاع الافق من الارتفاع المأخوذ ومقدار حصة الارتفاعات التى تؤخذ على أماكن مرتفعة موجودة فى كتاب اللوغاريتم محرر به مقادير ارتفاعات الاماكن وحصة مقادير تلك الارتفاعات من الدقائق (وبيانه) اذا رمزنا بحروف ا ب ى لسطح الكرة الارضية ونقطة ح مركزها و ه ع و القبة الفلكية والشمس فى نقطة س والراصد فى نقطة م كما فى شكل (١٠) وحينئذ يكون الافق المنظور بالنسبة لمحل الراصد المذكور مماسا لسطح الكرة الارضية فى نقطة ط ويكون على اتجاه خط م ل والارتفاع الذى يؤخذ من محل الراصد المذكور يكون مساويا بالقوس س ل ولكن اذا كان الراصد المذكور واقفا فى نقطة ب على سطح الكرة فان الارتفاع الذى يؤخذ منه يكون مساويا ى س ولذلك يلزم طرح ل ى من قوس ل س ينتج قوس ى س وهو مقدار الارتفاع بالنسبة للراصد الذى يكون فى نقطة ب

(تنبيه)

واعلم ان حصة مقدار ارتفاعات الاماكن عن سطح الارض يعلم بواسطة راصدين أحدهما يكون على سطح الارض والثاني على مكان مرتفع بمقدار معلوم ثم ان الراصدين المذكورين يأخذان ارتفاعين من الشمس في آن واحد ثم ينظر الى الفرق الذي يوجد بينهما فهو والذي يكون مقدار حصة ارتفاع المكان المذكور

(في بيان انعطاف شعاع الكوكب)

٤٧ حيث كانت الكواكب المستنيرة هي موجودة في طبقة لطيفة في الفراغ وانها ترسل اشعتها على سطح الارض وقبل وصولها الى سطح الارض تنفذ من طبقة كثيفة وهي الطبقة المتكونة من الابخرة المتصاعدة من الارض مثل أبخرة الماء والدخان ومن هذا اذا كانت اشعة الكواكب تصل الى الطبقة الكثيفة وتنفذ منها الى سطح الارض فان تلك الاشعة تميل عن اعتدالها الاصلي ولا تكون على استقامة واحدة ومن المعلوم ان الكرة الارضية محيطة بالكرة الكثيفة واما الطبقة التي فوقها وفيها توجد الكواكب فهي لطيفة [illegible] اشعة الكواكب تمر فيها على حالة الاستقامة وعند وصولها الى الطبقة الكثيفة [illegible] انكسار وميل عن اعتدالها الاصلي

ولنوضح هذا اذا فرضنا بحروف ا ه ب سطح الكرة الارضية و د ح و ى سطح الطبقة الكثيفة وبحروف ن ش م الطبقة الكواكب ونقطة ج مركز الارض ونقطة ح موقع الكوكب ونقطة ه موقع الراصد و ل ه ك الافق الطبيعي و م ن الافق الحقيقي (انظر شكل ١١) وحينئذ تكون اشعة الكوكب ح بعد وصولها الى الطبقة الكثيفة في نقطة و تنعطف الى جهة الراصد الذي في نقطة ه [illegible] على استقامته الى نقطة [illegible] الارتفاع المنظور للراصد المذكور عبارة عن قوس [illegible] الارتفاع الحقيقي هو من الكوكب الى حد الافق يعني ل ح فحينئذ يلزم طرح [illegible] من قوس ل [illegible] فيصير الباقي ل ح وهو مقدار

الارتفاع

الارتفاع المطلوب ويسمى بالارتفاع الظاهر

وعلى هذا اذا كان الكوكب يوجد على سطح الافق فتزيد اشعته وتزيد مقاديرها ومن ذلك اذا كانت الشمس موجودة على الافق فيوجد مقدار انعطاف شعاعها يساوى ٣٣ دقيقه و ٤٢ ثانيه وكلما ارتفعت الى أعلى فانه ينقص مقدار الانعطاف حتى اذا كانت فى سمت رأس الراصد فانه ينعدم مقدار ذلك الانعطاف (ولاجل الاختصار) قد صار وضع مقادير انعطاف شعاع الشمس والكوكب فى جداول اللوغاريتم ومحلها معلوم [illegible] وهو أن ينظر الى مقدار الارتفاع الظاهر ويؤخذ العدد المحاذى له فان كان الارتفاع المذكور مأخوذا من الشمس فالذى يوجد فى خانة انعطاف شعاع الشمس يكون هو مقدار [illegible] بين انعطاف الشعاع واختلاف المنظر ويطرح من الارتفاع دائما وان كان الارتفاع المذكور مأخوذا من النجم فيؤخذ المقدار الذى تحت خانة النجم ويطرح منه

(فى بيان اختلاف المنظر)

اختلاف المنظر هو عبارة عن مقدار الزاوية الحاصلة من تلاقى الخط الشعاعى الواصل من مركز الكوكب الى محل الراصد الذى يوجد على سطح الارض والخط الشعاعى الواصل من مركز الكوكب الى مركز الارض وهذا المقدار دائما يضم على الارتفاع المأخوذ (وبيانه) أنه اذا فرضنا نقطة [illegible] هى مركز الكرة الارضية والراصد فى نقطة ا والكوكب فى نقطة د كما فى شكل (١٠) وجدنا الشعاع الواصل من مركز الكوكب الى مكان الراصد والشعاع الواصل من الكوكب د الى مركز الارض [illegible] يحدثان زاوية ا د [illegible] على استقامته الى نقطة [illegible] فيحدث زاوية [illegible] تساوى زاوية [illegible] لتقابلهما بالرأس ويكون الارتفاع المطلوب للراصد الذى فى نقطة [illegible] [illegible] [illegible] الكرة [illegible] [illegible] مقدار الاختلاف [illegible] الى قوس [illegible] الارتفاع المأخوذ [illegible] [illegible] الارتفاع المطلوب [illegible] الكوكب فى [illegible]

ف التي هي على استقامة سمت رأس الراصد فيصير اختلاف منظر الكوكب منعدما وأما لو صار رصد الكوكب وهو على الافق في نقطة ر فيحدث زاوية ا ر ك تساوي مقدار اختلاف المنظر ومن ذلك يعلم انه اذا صار انخفاض الكوكب لجهة الافق فانه يزيد اختلاف المنظر وحتى صار ارتفاعه فانه يتناقص حتى اذا كان الكوكب في سمت رأس الراصد فينعدم اختلاف المنظر كليا

(والاثبات) على ذلك أن يقال اذا وجد الراصد المذكور على استقامة ك ى الواصل من مركز الكوكب الى مركز الارض كما اذا كان في نقطة م فان الارتفاع الذي يوخذ بالنسبة اليه يكون مساويا بالقوس ى ر وأما الارتفاع المأخوذ من الراصد الذي في نقطة (ا) يكون مساويا ه ر كما ان زاوية ى م ر الخارجة تساوي لمجموع الزاويتين الداخلتين وهما ا ى م و م ا ى وحيث كان مقدار الزاوية ى م ر يساوي لقوس ى ر وقوس ى ه مقياس الزاوية ى ى ه المساوية لزاوية اختلاف المنظر فحينئذ يجمع مقدارها الذي هو ى ه على الارتفاع المأخوذ الذي يساوي ر ه فيصير المجموع مساويا بالقوس ر ى وهو المطلوب أعني ان مقدار اختلاف المنظر دائما يضم على الارتفاع الظاهر والحاصل يكون مساويا للارتفاع الصحيح

(تنبيه)

مقادير اختلاف المنظر محررة في كتاب اللوغاريتم ومحلها معلوم فيه تؤخذ من الكتاب المذكور وتضم كما تقدم وحيث علم مما تقدم ان الارتفاع الذي يوخذ من الشمس أو من القمر يلزم تحويله الى مركز الكوكب وذلك انه يوخذ مقدار نصف قطره من جداول ميل الشمس ويضم على الارتفاع المذكور ان كان ماخوذا من محيط الشمس أو القمر من جهة الاسفل واما ان كان ماخوذا من المحيط الأعلى فيطرح مقدار النصف قطر المذكور وأما الكواكب الأخر فلا يوجد لها اقطار

(مثال ذلك)

اذا كان ارتفاع الشمس الماخوذ من محيطها الاسفل يساوي ٩٠

درجه و ٣٠ دقيقه وغلط أقسام السكستان يساوى دقيقتين و ٣٠ ثانية تأخيرا والمطلوب تحويل ذلك الارتفاع الى ارتفاع صحيح وبيانه

	الارتفاع الماخوذ من المحيط العالى			الارتفاع الماخوذ من المحيط الاسفل		
	ه	′	″	ه	′	″
ارتفاع ماخوذ	٦٠	٣٠	٠٠	٦٠	٣٠	٠٠
غلط السكستان ان كان تأخير يضم وان كان تقديم يطرح		٢	٣٠		٢	٣٠
	٦٠	٣٢	٣٠	٦٠	٣٢	٣٠
نصف قطر الشمس محيط أسفل ضم محيط عالى طرح		١٥	٥٠		١٥	٥٠
ارتفاع مركز	٦٠	١٦	٤٠	٦٠	٤٨	٢٠
ارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما دائما يطرح		٤	٢٤		٤	٢٤
ارتفاع ظاهر	٦٠	١٣	١٦	٦٠	٤٣	٥٦
انعطاف شعاع ناقص اختلاف منظر يطرح دائما			٢٩			٢٨
ارتفاع صحيح	٦٠	٤١	٤٧	٦٠	٤٣	٢٨

(تنبيهان)

(الاول) اعلم ان الارتفاعات التى تؤخذ من كوكب الشمس أو القمر بواسطة السكستان فانها تؤخذ من محيطهما من جهة الاسفل أو من جهة الاعلى وتحول بواسطة نصف قطرهما الى المركز ما عدا الكواكب الأخر فانه لا يوجد لها انصاف اقطار لانها ترى صغيرة فى الجرم بسبب بعدها عن الارض وانما يصير تصحيح ارتفاعاتها المأخوذة بواسطة المقادير المقابلة لارتفاع الاماكن عن سطح الارض وانعطاف شعاع النجم واختلاف المنظر فقط

(التنبيه الثاني)

السكستان المذكورة هي وان كانت مستعملة لاخذ ارتفاعات الكواكب
[illegible] انه تستعمل أيضا لقياس الزوايا وهو أنه اذا أريد قياس الزاوية التي
رأسها في محل الراصد وضلعاها أحدهما واصل من نقطة الراصد الى أعلى
شئ مرتفع والثاني الى أسفله وذلك مثل عمود او برج أو جبل (وكيفية)
استخراج الزاوية المذكورة أن يصير أولا تطبيق صفر العضادة على
صفر القوس ثم يتجه الراصد الى جهة الشئ المرتفع ويرفع جميع الزجاج
الملون وينظر لأعلى ذلك الشئ من داخل المرآة المصنوعة بالزئبق ثم يحرك
العضادة حتى يرى أعلاه مماسا للافق ثم يعد الدرج والدقائق فيكون
ذلك هو مقدار الزاوية المقابلة للشئ المذكور

وأما اذا أريد معرفة قياس الزاوية التي رأسها في محل الراصد وضلعاها [illegible]
[illegible] يصير أولا تطبيق صفر العضادة على صفر
القوس ثم يتجه الراصد الى أحد المكانين وهو واضع السكستان في يده
مسطحة ثم يحرك العضادة واذا وجد حركة المكان المذكور الى جهة
المكان الثاني فانه يديم تحريك العضادة حتى ان المكان المتحرك ينطبق
على المكان الثاني وان وجد أن حركة المكان المذكور الى الجهة المضادة
لجهة المكان الثاني فانه ينظر أولا الى المكان الثاني ويحرك العضادة
حتى ان المكان الثاني [illegible] المكان الاول أو أنه يضع السكستان في يده
مقلوبة في الوضع وينظر الى المكان الاول فانه يتحرك الى جهة المكان
الثاني وحتى انطبق المحل الاول على المحل الثاني فيصير تعداد الدرج
والدقائق ويكون هو مقدار الزاوية المذكورة وعلى مقتضى هذا
[illegible] جميع اتجاهات الدنيا [illegible] مكان أحد الاتجاهات كما أنه اذا
كان [illegible] مكان [illegible] أريد معرفة المشرق أو المغرب الحقيقي
[illegible] الراصد السكستان في يده مسطحة [illegible] ثم يحرك العضادة وهو
ناظر [illegible] يديم تحريك العضادة الى غاية [illegible]
درجة و[illegible] المكان الذي وجد [illegible] فيكون ذلك
هو محل المشرق أو المغرب الحقيقي وبمثل ذلك يصير استخراج أماكن

الاتجاهات

الاتجاهات الاخر

(في بيان اتجاهات الدنيا)

٤٩ ينقسم محيط أفق الدنيا الى ٣٢ اتجاها وكل اتجاه يكون بعيدا عن الذي قبله بقدر ١١ درجه و ١٥ دقيقه لانه اذا قسمنا ٣٦٠ درجة مقدار محيط دائرة الافق على عدد ٣٢ اتجاها ينتج مقدار كل اتجاه ١١ درجه و ١٥ دقيقه وانه على مقتضى ما تقدم ان اتجاهات الدنيا الاصلية هي اربعة اتجاهات وهي الشمال والمشرق والجنوب والمغرب وهذه الاتجاهات تقسم محيط دائرة الافق الى اربعة زوايا متساوية كل زاوية تساوي ٩٠ درجه فالزاوية الاولى هي من الشمال الى المشرق والثانيه من الجنوب الى المشرق والثالثه من الجنوب الى المغرب والرابعة من الشمال الى المغرب

(ثم) انه يوجد في منتصف الزوايا المذكورة اربعة اتجاهات اخر والذي يوجد في منتصف الزاوية الاولى يسمى شمال شرق والذي يوجد في منتصف الزاوية الثانية يسمى جنوب شرق والذي يوجد في منتصف الزاوية الثالثة يسمى جنوب غرب والذي يوجد في منتصف الزاوية [illegible] يسمى شمال غرب ومقدار كل اتجاه منها يساوي ٤٥ درجة ثم ينقسم كل واحدة الى [illegible] اتجاهات وحيث كان الجاري [illegible] تسمية تلك الاتجاهات بالالفاظ التركية والا [illegible] [illegible] اسماءها [illegible] بالدرجة الى الافق

اسماء الاتجاهات بالتركي | ترجمتها بالافرنجية

[illegible]	ه		
٠٠	٠٠	يلدز	ترمنتانه
١٥	١١	يلدز كرته بويراز	ترمنتانه كرته كريكو
[illegible]	٢٢	يلدز بويراز	ترمنتانه كريكو
٤٥	[illegible]	بويراز كرته يلدز	كريكو كرته ترمنتانه
[illegible]	٤٥	بويراز	كريكو
١٥	٥٦	بويراز كرته كون	كريكو كرته لوانته
[illegible]	٦٧	كون بويراز	لوانته كريكو

(باقی اسماء الاتجاهات)

ص	ه	اسماء الاتجاهات بالترکیه	شرحه بالافرنجیه
٤٥	٧٨	کون کرته بوبراز	لوانته کرته کریغو
٠٠	٩٠	کون	لوانته
٤٥	٧٨	کون کرته کشلمه	لوانته کرته اشلوك
٣٠	٦٧	کون کشلمه	لوانته اشلوك
١٥	٥٦	کشلمه کرته کون	اشلوك کرته لوانته
٠٠	٤٥	کشلمه	اشلوك
٤٥	٣٣	کشلمه کرته قبله	اشلوك کرته میزه جورنو
٣٠	٢٢	قبله کشلمه	میزه جورنو اشلوك
١٥	١١	قبله کرته کشلمه	میزه جورنو کرته اشلوك
٠	٠٠	قبله	میزه جورنو
١٥	١١	قبله کرته لدوس	میزه جورنو کرته ایبج
٣٠	٢٢	قبله لدوس	میزه جورنو ایبج
٤٥	٣٣	لدوس کرته قبله	ایبج کرته میزه جورنو
٠٠	٤٥	لدوس	ایبج
١٥	٥٦	لدوس کرته باطی	ایبج کرته بونته
٣٠	٦٧	باطی لدوس	بونته ایبج
٤٥	٧٨	باطی کرته لدوس	بونته کرته ایبج
٠٠	٩٠	باطی	بونته
٤٥	٧٨	باطی کرته قرەیل	بونته کرته مسترو
٣٠	٦٧	باطی قرەیل	بونته مسترو
١٥	٥٦	قرەیل کرته باطی	مسترو کرته بونته
٠٠	٤٥	قرەیل	مسترو
٤٥	٣٣	قرەیل کرته یلدز	مسترو کرته ترمونتانه
٣٠	٢٢	یلدز قرەیل	ترمونتانه مسترو
١٥	١١	یلدز کرته قرەیل	ترمونتانه کرته مسترو

(في بيان البركيته)

٠٥ من حيث ان السفائن التي يصير السفر بها من مكان الى مكان آخر على أحد اتجاهات الدنيا يلزم قياس المسافات التي تقطعها السفن المذكورة وهذه المسافات تقاس بواسطة آلة البركيته التي ذكرت وهي عبارة عن شكل قطاع دائرة قوسه يساوي ربع المحيط و يصنع من الخشب الجيد وتكون ثخانته مقدار أصبع واحد وطول كل نصف قطر منه يساوي خمسة أصابع أو ستة وهذا القطاع يصير ثقبه من جهة قوسه ويوضع في ثلاث الاثقاب مقدار من الرصاص بحيث انه لو صار وضعه في الماء يغطس فيه قدر ثلثيه ثم يثقب ثقبانا فذا من جهة رأسه ومن طرفي قوسه وبعد ذلك يؤخذ حبل تيل في ثخانة أصبع واحد ويكون طوله نحو مائة وعشرين قامة و يصير القاوه في الماء و ينقع به مقدار ليلة ثم يصير اخراجه وربطه على عمودين ثم يؤخذ و يوضع طرفه من ثقب رأس القطاع و يعقد من خلفه و يقاس منه مقدار قدمين ويوضع معه حبلان آخران صغيران طول كل واحد منهما قدمان و يعقدان معه ثم يجعل في طرفي الحبلين المذكورين مسماران من خشب و يصير وضعهما في محلهما اذا صار القاوه في البحر وعند جذبه من البحر يخرجان من محلهما و يسهل اخراج القطاع من البحر ثم يقاس من بعد العقدة التي هي مجمع الثلاثة حبال من الحبل المذكور مقدار طول السفينة و يوضع علامة حمراء ثم يقسم باقي الحبل الى أميال كما سيأتي (واعلم) ان الميل الواحد البحري يساوي ٥٧٠٣ من الاقدام الفرنساوية و ٦٠٨٠ قدما بالانكليزي وبالاختصار اذا صار استعمال زمن رملية تساوي ١٥ ثانية أو ٤ ثانية بدلا عن زمن ساعة التي مقدارها ٣٦٠٠ ثانية فاذا قسمنا ٣٦٠٠ ثانية على ١٥ ثانية يصير خارج القسمة مساويا ٢٤٠ ثانية وعلى هذا يصير تقسيم أقدام الميل الواحد وهي ٥٧٠٣ على ٢٤٠ ينتج مقدار ٢٣ قدما وتسعة أصابع وهذا المقدار يجعل مساويا بالميل الواحد أو يقال لو فرضنا ان السفينة تسير في الساعة الواحدة التي مقدارها ٣٦٠٠ ثانية مقدار ميل واحد اعني ٥٧٠٣ قدما بالفرنساوي فما تكون الاقدام التي تخص مقدار ١٥ ثانية وبهذا الاعتبار يصير وضع التناسبات الموضحة

نسبة ٣٦٠٠ ثانيه : ١٥ ثانيه :: ٥٧٠٣ قدما : سه ١ و سه

$$\frac{١٥ \times ٥٧٠٣}{\text{٣٦٠٠ ثانيه}}$$ = ٢٣ قدما و ٩ أصابع فرنساوى

وكذا ٣٦٠٠ ثانية : ١٥ ثانية :: ٦٠٨٠ قدما : سه ١ و سه

$$\frac{١٥ \times ٦٠٨٠}{\text{٣٦٠٠ ثانيه}}$$ = ٢٥ قدما و ٤ أصابع انكليزى

(وحيث) كان الواجب على كل قبودان حفظ السفينة والاحتراز الكلى من الخطر الموجب لاتلاف السفينة بسبب عدم ضبط الحساب ويخشى من ان تصل السفينة الى أحد الاماكن قبل تمام حساب المسافة فيلزم اسقاط مقدار قدم واحد من كل ميل أو اسقاط نصف قدم لاجل ان تصير السفينة متأخرة عن حساب المسافة الكائنة من محل الى آخر فاذا صار اسقاط مقدار قدم فى كل ميل فان السفينة تتأخر فى كل مائة ميل اربعة أميال واذا صار اسقاط نصف قدم من كل ميل فان السفينة تتأخر فى كل مائة ميل ميلين وكذا وعلى كل حال فان كل قبودان يلزمه انه يسقط من كل ميل قدرا من الاصابع على حسب ما يتراءى له فى سير السفينة وهذا الحبل الذى صار تقسيمه يلف على دولاب يدور على محوره كما هو معلوم بالسفائن .

ولاجل معرفة مقدار الاميال التى تقطعها السفينة فى كل ساعة يرتب مقدار ستة انفار ومعهم ضابط واحد ويحمل اثنان منهم دولاب البركيتة على كتفيهما والضابط يحمل فى يده مقدارا من حبل البركيته وبعد ثبوت مسامير زاوية البركيته فى محلها ترميها فى البحر من مؤخر السفينة جهة تحت الريح ويجعل الرملية فى يد واحد منهم ساعة أو دومجى ثم ان الضابط المذكور من بعد رمى زاوية البركيتة فى البحر وبعدها عن السفينة ينادى على الشخص الذى بيده الرملية بلفظ الستة أى تنبه وعند وصول علامة طول السفينة اليه ينادى على الشخص المذكور بلفظ تورنوا عنى اقلب الرملية وتترك الزاوية سائرة بالبحر الى ان ينتهى آخر نزول الرمل فينادى على الضابط بلفظة ماريب وحينئذ يضبط الحبل عند سماع النداء ويعد الاميال والقامات التى قطعتها السفينة فى زمن الرملية المجعولة لزمن الساعة

ويحرر

ويحرر مقدار ذلك بجريان السفينة وبمثل ذلك يصير قياس سير السفينة فى كل ساعة

(فى بيان البركيتة المستجدة التى يعرف بها نوع ابعاد)

١٥ البركيتة المذكورة مصنوعة من النحاس وهى على هيئة شكل [illegible] ناقص ويوجد فى أسفلها اسطوانة داخلها محور يوجد فى طرفه ثلاثة مراوح وانه يدور بواسطة المراوح المذكورة اذا كانت البركيتة ملقاة فى البحر وهو يوجد على سطحها ثلاث مينات مثل مينا الساعة كل واحدة يوجد بها عقرب يدور على محوره والمينا الاولى ينقسم محيطها الى عشرة اقسام متساوية كل قسم يساوى عشرة أميال كاملة ومرقوم عليها [illegible] والمينا الثانية [illegible] ايضا الى عشرة اقسام [illegible] يساوى كل قسم [illegible]
الثالثة تقسم ايضا الى عشرة أقسام كل قسم يساوى قولاجا واحدا اعنى باعا وهذه الآلة تربط من طرفها بحبل يكون طوله ثلاثين أو خمسا وثلاثين قامة وقبل القائها فى البحر يوضع عقرب المينا الاولى على خط [illegible] وعقرب الثانية على خط العشرة وكذلك الثالثة ثم يعمل عليها بابها ويلقى فى البحر وبعد مضى مقدار من الساعات يصير اخراجها من البحر وينظر الى المسافات التى قطعتها [illegible]
المينا الاولى [illegible] ستة أقسام [illegible]
[illegible] بلا شبهة ينظر الى عقرب [illegible] وما قطعه من الاقسام [illegible] المذكورة [illegible] الى عقرب المينا [illegible] الواحد [illegible]
وبيانها كما فى شكل (٥٠)

(فى [illegible] البحرية)

١٦ [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

خطوط انصاف النهار متوازية وأعمدة على الخطوط الموازية لخط الاستواء المارة بدرج العروض وان جميع أقسام درج ثلاث العروض تكون متساوية فى نفسها ومساوية لاقسام درج الاطوال ثم يصير تقسيم كل درجة الى ٦٠ دقيقه وكل دقيقه تعتبر ميل واحد بحرى والخريطة المذكورة لا يصير استعمالها الا فى الاسفار القريبة (وأما) الخريطة الكروية فهى التى يعتمد عليها فى الاسفار ويكون فيها تقاسيم درج الاطوال متساوية وأما اقسام درج العروض فانها تكون مختلفة وذلك ناشئ من كون خطوط انصاف النهار مجتمعة فى قطبى الكرة وان الخطوط الموازية لخط الاستواء تقطع خطوط انصاف النهار فى أقسام مختلفة ولاجل ان يجعل مقدار كل درجة مساويا ٦٠ دقيقه أو ميلا يلزم ان تصير أقسام الدرج القريبة من القطبين أقساما تكون أكبر من أقسام الدرج التى توجد قريبة من خط الاستواء ولاجل معرفة التفاوت الذى يوجد بين أقسام درج العروض قد صار وضع جداول تزايد العروض باللوغاريتم ليعلم منها تزايد أميال كل درجة عن التى قبلها

(فى كيفية انشاء الخريطة المذكورة)

٥٣ اذا كان المراد انشاء خريطة كروية فتكون مشتملة على جزء من سطح الكرة محصورة بين نصف نهارين أحدهما مار بدرجة ٧ والثانى مار بدرجة ١٣ فى جهة مشرق نصف نهار مدينة غرنويج التى هى مبدأ الطول لدولة الانكليز وتكون الخريطة المذكورة من عرض ٣١ درجة شمالى الى عرض ٣٥ درجة شمالى فنرسم أولا خط اب ونجعله لتقاسيم درج الطول ونقيم ا ى عمودا عليه ونجعله لتقاسيم درج العروض ثم تقسم خط ا ب الى ستة أقسام متساوية وكل قسم منها يقسم الى ستة أقسام متساوية أعنى كل قسم يساوى ١٠ دقائق وتكون الدرجة الواحدة حينئذ منقسمة الى ٦٠ دقيقة ولاجل تقسيم درج العروض تأخذ درجة ٣١ من جداول تزايد العروض تجد ١٩٥٨ ميلا ثم تأخذ الاميال المحاذية لدرجة ٣١ ١٠ دقائق من الجدول المذكور وتطرح الاول من الثانى فيصير الباقى ١٢ فتأخذ بالبرجل ١٢ قسما من أقسام الطول وتضع رجل البرجل على خط درجة ٣١

وتقطع على خط ا ى وتضع نقطة فيكون هذا القسم مساويا العشرة دقائق من دقائق درجة ٣٢ ثم تأخذ العدد المقابل لدرجة ٣١ و ٢٠ دقيقة تجد ١٩٨١ ميلا فيطرح منه العدد المقابل لدرجة ٣١ فيصير الباقي ٢٣ ثم تضع رجل البرجل على درجة ٣١ وتقطع على خط ا ى وتضع نقطة فيحدث القسم الثاني من درجة ٣٢ ثم تأخذ العدد المقابل لدرجة ٣١ و ٣٠ دقيقة تجد ١٩٩٣ ميلا فيطرح منه العدد المقابل لدرجة ٣١ فيصير الباقي يساوي ٣٥ ثم تضع رجل البرجل على درجة ٣١ وتقطع على خط ا ى بالمقدار المذكور فيحدث القسم الثالث من درجة ٣٢ وتديم هذا العمل الى انتهاء أقسام الدرجة وتنتقل منها الى الدرجة التي بعدها حتى تنتهي تقاسيم درج العروض المذكورة

(في بيان انشاء المسطرة المتوازية ذات الدرج)

٥٤ المسطرة المذكورة تنسب الى فيلدس أحد قبودانات الانكليز وهي مصنوعة من الخشب الطيب الذي لا يحصل فيه اعوجاج وهي مقسومة من احد طرفيها الى ٩٠ درجة من كل جهة من خط الوسط وأما طرفها الثاني فانه منقسم الى ثمانية اتجاهات اعني مقدار زاوية قائمة وكل اتجاه يكون بعيدا عن الآخر بمقدار ١١ درجة و ١٥ دقيقة وهذه المسطرة مأخوذ حسابها من نصف محيط دائرة مقداره ١٨٠ درجة وجعل مركزها في الوسط ورقم عليه ٩٠ درجة وعلى الذي بعده ٨٠ درجة وعلى ما بعده ٧٠ درجة وهكذا الى القسم الأخير المرقوم عليه ١٠ درجات وهذه الاقسام جميعها مختلفة كما في شكل (١٥)

(وتوضيح ذلك) ان ترسم أولا نصف محيط دائرة على قطر أ ب المعروض ثم تقيم عليه عمود س ى من المركز وتمده الى نقطة و وتصل وترى ا ى و ى ب ثم ترسم من نقطتي ا و ب خطين مماسين للمحيط وتؤخذ حدود مساوية لاثنين خروج ثم ربع المحيط ب ى الى تسعة أقسام متساوية ويرقم على الأول ١٠ وعلى الثاني ٢٠ وعلى الثالث ٣٠ وهكذا الى ان تنتهي نقطة ب مركزا وترسم اقواسا بأبعاد ب ١٠ و ب ٢٠ و ٣٠ الخ حتى تقطع أقواس تقسيم نصف المحيط في أقسام ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ الخ

الخ وتصل من نقط أقسام المحيط الى المركز بخطوط مستقيمة فهذه الخطوط تقطع الخط المماس فى نقط ١٠ و ٢٠ و ٣٠ الخ ثم تضع رجل البرجل فى المركز وتأخذ بمقدار الابعاد التى هى من حد المركز الى نقط تقاسيم الخط المماس وترسم أقواس تقطع الخط الممدود من المركز الى ربع المحيط الممدود على استقامته فى أقسام ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ الخ وحيث كانت الاقسام التى تؤخذ على الخط المماس كل قسم منها يساوى ١٠ درجات فيصير تقسيم كل منها الى عشرة أقسام وذلك بمقتضى العمل الذى صار فى تقسيم الخط المماس المذكور وبذلك يصير تقسيم النصف الثانى بهذا العمل

واما كيفية ايجاد أقسام الاتجاهات الثمانية التى توجد فى طرف المسطرة الثانى فتقسم [illegible] الى ثمانية اقسام متساوية وتشير لها [illegible] ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ [illegible] ذلك تصل من جميع اقسام ربع المحيط الاول الذى هو ب ى الى نقطة ا نهاية القطر بخطوط مستقيمة وهذه الخطوط تقطع نصف قطر س ى الى أقسام ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٤٠ الخ وتجعل نقطة ا مركزا وبابعاد التقاسيم الثانية المأخوذة على ربع المحيط اى ترسم أقواس تقطع الوتر اى فى نقط ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ الخ وبعد ذلك تقسم نصف قطر اس الى [illegible] اقسام متساوية وتشير الى الاقسام بارقام ١٠ و ٢٠ و ٣٠ الخ وتقيم من نقط تقاسيم نصف قطر اس أعمدة تقطع ربع المحيط اى فى نقط ١٠ و ٢٠ و ٣٠ الخ ثم تركز فى نقطة (ا) وبأبعاد النقط الحاصلة من تقاطع الاعمدة المذكورة مع ربع المحيط اى ترسم أقواس تقطع الوتر فى أقسام متساوية وبعد ذلك تصل من مركز المحيط الى تقاسيم ربع المحيط اى بالاعمدة المذكورة بخطوط مستقيمة فهذه الخطوط تقسم طرف المسطرة الى أربعة اتجاهات من الاتجاهات الصلاية وتأخذ مثلها فى الجهة الثانية من حد الصفر وبهذا يتم العمل

(فى بيان استعمال المسطرة المذكورة)

٥٥ حيث كانت هذه المسطرة يوجد فيها منافع كثيرة خصوصا فى الاعمال

البحرية فنبتدى أولا فى كيفية العمل بها وهى انه كما تقدم يكون أحد
طرفيها منقسما الى ١٨٠ درجة بجعل ٩٠ درجة فى الوسط وفى كل
من طرفيها أقسام ٩ كل قسم يساوى عشرة أقسام كل قسم منها درجة
واحدة وأما الطرف الثانى فهو مقسوم الى ثمانية اتجاهات وكل أربعة منها
فى جهة من خط الوسط وبواسطة الدرج المرسوم على أحد طرفيها وكذا
الاتجاهات المرسومة على الطرف الثانى يصير استخراج مقاييس الزوايا
ومعرفة الاتجاهات من مكان الى آخر كما هو موضح وهو انه يصير اعتبار
طرف المسطرة صفرا وخط الوسط ٩٠ درجة أو يصير اعتبار خط الوسط صفرا
درجة [illegible] ٩٠ درجة وذلك لانه اذا طبقنا المسطرة [illegible] الدرج على
[illegible] أحدهما [illegible]
له خط الجنوب فان تعداد مقادير الزوايا يكون من [illegible] الشمال و الجنوب
ولذلك اذا صار تطبيق مركز المسطرة على خط نصف النهار فيصير عدد الدرج
من ابتداء طرف المسطرة وأما اذا صار تطبيق المسطرة على الخط الموازى فان
خطا الشمال والجنوب يوجدان فى مركز المسطرة [illegible]
صفر درجة و يصير تعداد الدرج من خط الوسط [illegible] كما هو موضح
فى هذه الامثلة

المثال الاول

[illegible] لاتجاه بين نقطتين كائنتين على [illegible]
فتوضع اولا المسطرة المذكورة [illegible] تقاسيم الدرج على [illegible]
المروضتين وتحرك المسطرة بالتوازى الى أن ينطبق خط المركز على خط
نصف نهار ثم ينظر الى ذلك الخط المذكور [illegible]
[illegible] المسطرة الى نقطة تقاطع [illegible] يكون
ذلك هو مقدار اتجاه المطلوب ويوضع [illegible] المسطرة [illegible]
[illegible] يصير وضع المسطرة على النقطتين [illegible]
ينطبق مركزها على أحد الخطوط المتوازية [illegible]
[illegible] طرف الدرج [illegible]
[illegible] أقسام الدرج [illegible]

المطلوب

(المثال الثانى) انه اذا صار أخذ اتجاه شئ بالبر وكانت المسافة التى بين محل السفينة والشئ المذكور معلومة وأريد معرفة محل السفينة فيصير تطبيق خط وسط المسطرة على أحد خطوط انصاف النهار ثم يصير تحريك المسطرة وخط الوسط منطبق على خط نصف النهار بدون تغيير انطباقهما ولا يزال المركز عن خط نصف النهار بشرط أن ذلك الخط يكون قاطعا مقدار الزاوية التى تظرفها الاتجاه فيكون مساو بالمقدار الاتجاه ومتى علم ذلك فيصير تحريك المسطرة بالتوازى حتى انها تنطبق على المكان المأخوذ اتجاهه ثم يؤخذ بالبرجل مقدار الاميال من أقسام العرض ويوضع رجل البرجل الاولى فى المكان المذكور ورجله الثانية على طرف المسطرة وتوضع نقطة فهذه النقطة تكون نقطة السفينة

(المثال الثالث) اذا صار أخذ اتجاهين من محلين معلومين بالبر بواسطة البوصلة وجرى تحويل هذين الاتجاهين الى اتجاهى الدنيا فتؤخذ كما تقدم زاوية الاتجاه الاول بواسطة تطبيق وسط المسطرة على خط نصف نهار أو على خط متوازى ثم يصير تحريك المسطرة الى مكان ذلك الاتجاه ويرسم خط بالقلم الرصاص ثم يؤخذ بالمسطرة المذكورة مقدار الاتجاه الثانى ويصير تحريك المسطرة حتى انها تنطبق على محل ذلك الاتجاه ويرسم خط بالقلم الرصاص فهذا الخط يقطع الخط الاول فى نقطة وهذه النقطة تكون نقطة مكان السفينة

* (المثال الرابع)* اذا كان نظر الراصد الذى فى السفينة الى محل بالبر يكون معلوم مكانه وعرضه وطوله وأراد الراصد المذكور محل موقع السفينة والبعد الذى يوجد بينها وبين المكان المذكور فكيفية ذلك أن يؤخذ أولا اتجاه ذلك الشئ بواسطة البوصلة ثم يصير وضع بروة السفينة على اتجاه معلوم وبعد مرورها عليه بمقدار أميال يأخذ الراصد اتجاه الشئ المذكور مرة ثانية وبعد تحويل تلك الاتجاهات الى اتجاهات الدنيا يأخذ أولا الاتجاه الاول بواسطة المسطرة ويحركها الى أن تنطبق على الشئ المأخوذ منه الاتجاه ويرسم خطا بالقلم الرصاص ثم يأخذ الاتجاه الثانى من درج

المسطرة

المسطرة ويحركها الى المحل المذكور ويرسم خطا آخر ثم يصير وضع المسطرة
على اتجاه سمت اعتدال السفينة ويأخذ بالبرجل الاميال التى قطعتها
السفينة من وقت ان صار أخذ الاتجاه الاول الى وقت أخذ الاتجاه الثانى
ويحرك المسطرة الى أن تقطع الاتجاهين المذكورين بحيث تكون المسافة
الموجودة بينهما تساوى لاميال سير السفينة ويرسم خطا بالرصاص يكون
قاطعا لهما فى نقطتين فان نقطة تقاطعه مع خط الاتجاه الثانى هى نقطة
محل السفينة ومنها تقاس المسافة الى الشئ المأخوذ منه الاتجاه المذكور

(مثال ذلك)

اذا فرضنا ان السفينة وجدت بناحية جزيرة رودس وكان المطلوب معرفة
موقع السفينة والمسافة التى بينها وبين فنار رودس (فطريق ذلك) ان
يؤخذ اتجاه الفنار فاذا وجدنا مثلا بعد التصحيح ٦٠ درجه على سمت شمال
مغرب ثم سارت السفينة على سمت زاوية جنوب مغرب ووجد اتجاهها بعد
التصحيح ٨٠ درجه وبعد مسير السفينة بقدر عشرة أميال جرى أخذ اتجاه
الفنار مرة ثانية فوجد بعد التصحيح ٢٠ درجة فى زاوية شمال مغرب
(فطريق ذلك) ان يصير وضع المسطرة المتوازية فى زاوية جنوب مشرق
المقابلة لزاوية الاتجاه الاول ويوضع خط الوسط منطبقا على احد خطوط
أنصاف النهار وتحرك المسطرة المذكورة بشرط أن يكون خط الوسط دائما
منطبقا على خط نصف النهار ويديم العمل على هذا الوجه الى أن يرى خط
نصف النهار المذكور قاطعا فى ٦٠ درجه وهى مقدار الاتجاه الاول
ثم يحرك المسطرة الى أن تنطبق على نقطة محل الفنار ويرسم خطا بالقلم
الرصاص فى زاوية جنوب مشرق وبعد ذلك يصير وضع المسطرة فى زاوية
جنوب مشرق المقابلة لزاوية الاتجاه الثانى ويحرك المسطرة الى أن يرى
خط نصف النهار المنطبق عليه خط وسط المسطرة قاطعا فى مقدار ٢٠
درجه وبعد ذلك يحرك المسطرة الى أن تنطبق على محل نقطة الفنار ويرسم
خطا آخر ثم يصير وضع المسطرة فى زاوية اتجاه سير السفينة التى هى جنوب
مغرب ويحركها الى أن يرى خط نصف النهار المنطبق على خط وسط المسطرة
قاطعا فى ٨٠ درجة ثم يحرك المسطره حتى انها تكون قاطعة للخطين

المرسومين بها ثم يأخذ مقدار العشرة أميال من تقاسيم درج العروض ويقرب بالمسطرة الى جهة نقطة الفنار حتى تصير المساوة بين خطى الاتجاهين تساوى عشرة أميال ويرسم خطا يقطع الاتجاه الاول والثانى فتكون نقطة تقاطعه مع خط الاتجاه الثانى هى نقطة محل السفينة فيقاس منها الى نقطة محل الفنار فيكون ذلك هو مقدار البعد الذى بين محل السفينة والفنار المذكور (واعلم) ان جميع العمليات التى صار اجراؤها على سطح الخريطة بواسطة المسطرة المتوازية يمكن اجراؤها بواسطة آلة المنقلة المشار لها بشكل (١٦)

(فى بيان الاعمال التى يصير اجراؤها على سطح الخريطة)

٥٦ (الدرس الاول) اذا كان المطلوب معرفة عرض وطول نقطة مفروضة على الخريطة فطريق ذلك ان تضع أولا احد رجلى البرجل فى النقطة المذكورة وتديره حتى يمس الرجل الثانية خط العرض الموازى لخط الاستواء ثم تمر البرجل بقياسه على أقسام درج العروض وتركز برجل البرجل فى النقطة المقابلة للنقطة المفروضة وتعد الدرج والدقائق فيحصل مقدار عرض النقطة المذكورة وكذلك تضع احد رجلى البرجل فى النقطة المفروضة وتمس برجله الثانية خط نصف النهار وتمر بذلك على أقسام درج الطول وتعد مقدار الدرج والدقائق فيصير ذلك هو مقدار طول النقطة المذكورة

(الدرس الثانى) اذا كان المطلوب معرفة بعد المسافة بين نقطتين عرضهما واحد فطريق ذلك أن تضع أحد رجلى البرجل فى النقطة الاولى ورجله الأخرى فى النقطة الثانية وتقيس ذلك من أقسام درج العروض الذى يكون فى عرض هاتين النقطتين ثم تعد الدقائق التى توجد بين رجلى البرجل فيحصل مقدار المسافة المطلوبة

(الدرس الثالث) اذا كان المطلوب معرفة نقطة وصول السفينة اذا علم محل نقطة القيام وعدد الاميال التى تقطعها السفينة على خط نصف النهار المار بنقطة القيام وطريق ذلك ان تضع أولا رجل البرجل فى نقطة القيام وتمس برجله الثانية خط نصف النهار وترفع منه البرجل ثم تأخذ بالبرجل الثانى مقدار الاميال من أقسام درج العروض وتضع بعد ذلك رجل شنها

البرجل على نقطة القيام وتكون رجله الثانية متجهة لجهة نقطة الوصول وتقابل بالبرجل الاول الذى هو مماس لخط نصف النهار فتصير نقطة تلاقيهما هى نقطة الوصول

(الدرس الرابع) اذا كان المطلوب معرفة المسافة بين نقطتين [illegible] فطريق ذلك ان تضع أولا احدى رجلى البرجل فى النقطة الاولى ورجله الاخرى فى النقطة الثانية ثم تمر على أقسام درج العروض بقياس البرجل المذكور بحيث يكون الخط الموازى المار بالنقطتين فى منتصف المسافة وتعد الدقائق التى توجد من أقسام درج العروض فيكون ذلك هو مقدار المسافة بين النقطتين المذكورتين

(الدرس الخامس) اذا كان المطلوب معرفة محل وصول السفينة اذا علم محل القيام والاميال التى قطعتها السفينة على الخط الموازى المار بنقطة القيام فطريق ذلك ان تضع أولا رجل البرجل فى نقطة القيام وتمس برجله الاخرى احد الخطوط المتوازية وترفع هذا البرجل وتأخذ برجل آخر تقيس به مقدار الاميال من أقسام درج العروض ثم تضع رجل هذا البرجل على نقطة القيام وتقابل برجله الثانية البرجل الذى هو مماس للخط الموازى فتكون نقطة تلاقيهما هى نقطة وصول السفينة

(الدرس السادس) اذا كان المطلوب قياس المسافة بين نقطتين كائنتين على سطح الخريطة أيا كان وضعهما فطريق ذلك ان تضع رجل البرجل فى النقطة الاولى ورجله الاخرى فى النقطة الثانية وتمر بقياس البرجل على أقسام درج العروض وتعد الدقائق التى توجد بين رجلى البرجل المذكور فيكون ذلك هو مقدار المسافة الموجودة بين النقطتين المذكورتين

(الدرس السابع) اذا كان المطلوب معرفة محل وصول السفينة اذا علمت نقطة القيام وعدد الاميال التى قطعتها السفينة على أى اتجاه من اتجاهات الدنيا فطريق ذلك أن تضع رجل البرجل على نقطة القيام وتمس برجله الاخرى الاتجاه الذى سارت عليه السفينة ثم ترفع هذا البرجل وتأخذ بالبرجل الآخر مقدار الاميال من أقسام درج العروض ثم تضع رجله على نقطة القيام وتقابل [illegible] البرجل الذى هو [illegible]

محل وصول السفينة

(الدرس الثامن) اذا كانت السفينة ذات شراع وكان المطلوب وصولها الى محل يأتى منه الريح ولا يمكن الوصول اليه الا بواسطة سير السفينة على سمت اتجاهين كما لو فرض ان السفينة كانت فى نقطة (ا) ومحل الوصول فى نقطة ب ومن المعلوم ان اعتدال اتجاه السفينة يكون متباعدا عن اتجاه الريح بمقدار ستة اتجاهات مقدارهم يساوى ٣٠ دقيقه و ٦٧ درجة فعلى هذا يلزم رسم زاوية ب ا ج تساوى ٣٠ دقيقه و ٦٧ درجه وايضا يرسم من نقطة ب زاوية أخرى تساوى ٦٧ درجه و ٣٠ دقيقة فحينئذ يتلاقى ضلعا الزاويتين المذكورتين فى نقطة ج فتكون هذه النقطة هى التى تذور منها السفينة من بعد قطع المسافة على الاتجاه الاول حتى انها تصل الى محل الوصول وهو المطلوب

(فى خواص الاجسام المغناطيسية)

٥٧ الاجسام المغناطيسية هى أجسام تجذب الحديد وهى كثيرة على الكرة وأكثر وجودها فى معادن الحديد وهناك جبال غالبها مكون من تلك الاجسام وجذب الاجسام المغناطيسية للحديد اما ان يكون بالملامسة أو بالتقريب فاذا دفن جسم مغناطيسى فى برادة الحديد التصق على سطحه واذا قرب هذا الجسم المغناطيسى من البرادة المذكورة على نوع من البعد وثبت اليه وثبتت عليه ويتوصل الى هذه النتائج بتعليق قطعة صغيرة من الحديد فى طرف خيط غير مبروم وتقريب جسم مغناطيسى منها ويستعمل هذا الجهاز الصغير المسمى بالبندول المغناطيسى وبيانه ان الجذب يتناقص بتزايد البعد وانه ينفذ من جميع الاجسام ومن الفراغ أيضا الا الحديد فلا يتجاوزه التأثير الى غيره ثم ان القوة المغناطيسيه مغايرة للقوة الجذبية العنصرية والقوة الدفعية الحرارية

(فى قطبى المغناطيس)

٥٨ القوة المغناطيسية ليست واحدة فى جميع نقط الجسم المغناطيسى وتحقيق ذلك ان ندحرج جسما مغناطيسيا فى برادة الحديد أو نقرب اجزاءه المختلفة للبندول فنشاهد أن البرادة لا تستره بطبقة منتظمة وان الزوغان

الذي يحدث في البندول يتغير من نقطة الى أخرى وهاتان الحالتان يسهل تحقيقهما كائناما كان جسم الجسم المغناطيسي وشكله الا انهما يتضحان جدا في الاجسام المغناطيسية أو المنشورية وذلك ان أثر البرادة لا يشاهد نحو الوسط منهما كما في شكل (١٧) وبالقرب من النهايتين نشاهد خيوطا من البرادة يزداد طولها وعددها وان الزوغان يكاد أن ينعدم في الوسط والنقط التي يظهر فيها انعدام القوة المغناطيسية يتكون عنها خط متوسط يسمى بخط الخمود والنقطتان اللتان يظهر فيهما الخيوط يسميان بقطبي المغناطيس

(في المغناطيسية الارضية)

٥٩ الابرة المغناطيسية هي الموضوعة على حامل والمتحركة بلامانع حول مركزها في مستو أفقي تتجه دائما نحو الشمال والجنوب فاذا حولت عن هذا الوضع رجعت اليه بقوة غير مدركة وبقيت فيه متوازنة بعد جملة ارتجاجات فالقوة التي تؤثر في الابرة هي القوة المغناطيسية لانها لا تغير اتجاه الابر التي من الخشب أو من النحاس أو من جميع الاجسام غير المغناطيسية وبمقارنة الارصاد الواقعة في جملة من أقطار الكرة بالنظر لجميع الحوادث ظهر أن الارض كانها جسم مغناطيسي خطه المتوسط منحرف عن خط الاستواء وقطباه قريبان من قطبي الكرة ويسمى أحدهما بالقطب الشمالي والمقابل له يسمى بالقطب الجنوبي وقطب الابرة الذي يتجه نحو الشمال يحتوي على السيال الجنوبي لانه مجذوب بقطب الكرة الشمالي او بالسيال الشمالي المتسلطن في هذا القطب وأما قطبها الذي يتجه نحو الجنوب فانه يحتوي على السيال الشمالي فحينئذ تسمية قطبي الابرة بالشمالي والجنوبي انما هو تابع لتسمية قطبي الارض بالشمالي والجنوبي

(في الانحراف)

٦٠ قد ذكرنا ان الابرة المغناطيسية المتحركة حول مركزها في مستو افقي تتجه نحو الشمال ومع ذلك فلا ينطبق اتجاه الابرة على الخط الجغرافي بل يصنع معه زاوية تسمى بزاوية الانحراف وهذا الانحراف تارة يكون شرقيا وتارة يكون غربيا على حسب كون القطب الشمالي من الابرة شرقي الخط الجغرافي أو

غريبة والآلات المعدة لقياس الانحراف تسمى بوصلات الانحراف وابرة البوصلة في مركزها فص من مادة متينة جدا كالعقيق مثلا وهي موضوعة على حامل رأسي مظروفة في علبة وطرفاها يتحركان على مينا عليها مقسومة الى اقسام متساوية وهي الاتجاهات التي ذكرت سابقا (وينبغي) أن تكون دقيقة جدا وان يكون شكلها ذا اسنان حادة لأجل قلة احتكاكها وازدياد قوتها الاتجاهية على حاملها

واعلم ان البوصلة المذكورة كانت مستعملة عند أهل الصين قبل الميلاد بنحو أكثر من ألف سنة ولم تعرف في اوربا الا في القرن الثاني عشر حتى ان استعمالها لم يشتهر الا في سنة ١٣ مسيحية (ويحصل) للابرة المغناطيسية في بعض الاحيان تغيرات عارضية أي اضطرابات تحدث غالبا جهة الاسفار الشمالية وتظهر غالبا قبل ظهورها ولا تنقطع الا بعد انقطاع جملة من الساعات وكذلك يحصل التغير جهة الشفق الجنوبي

(في المغناطيسية بتأثير القضبان)

٩٦ اذا جعل طرفي قضيب من الفولاذ مماسا لجسم قضيب مغناطيسي الحامل توكيسيا فان القضيب شيئا فشيئا بالتأثير يكتسب قطبين وخطا متوسطا كالاجسام المغناطيسية المعتادة وطرف القضيب القريب من نقطة التماس يكتسب قطبا مضادا القطب الجسم المغناطيسي وطرفه الآخر يكتسب قطبا متحدا معه في الاسم

(في المغنطسة بطريق المعلم اينوس)

٩٧ كيفية المغنطسة بهذه الطريقة أن تضع الصحيفة أعني مسطرة الموصلة المراد مغناطيسيتها على طرفي قضيبين والقضيبان المراد تراكيبهما يكونان مائلين على سطح الابرة بقدر ٥ او ٢٠ درجة وهذان القضيبان مرتبطان ببعضهما كما في شكل (١٨) على بعد ثابت بواسطة قطعة صغيرة من خشب او من نحاس او من اي جسم ليس مغناطيسيا ويزلقان من الوسط الى أحد طرفيه بحيث يكون طرف الشمال للجنوب والجنوب للشمال ويعاد ذلك مرارا ويلزم الاهتمام بمرور القضيبين على جميع اجزاء المسطرة بعدد واحد أي انه يلزم دائما الانتهاء بالوسط والرجوع الى هذه النقطة من

الطرف المقابل للطرف الذى كان مبدأ السير

(فى البوصلة وكيفية تقسيم محيطها)

٦٣ يؤخذ قطعة من ورق المقوى أو من ورق مقوّى ويدهن سطحها بلون أبيض ثم يرسم عليه محيط دائرة ويقسم هذا المحيط الى ٣٦٠ درجة وكذلك الى ٣٢ عدد اتجاه وبذلك يوجد فى كل زاوية قائمة من زواياها الاربعة ثمانية اتجاهات وبعد ذلك يصير وضع هذا السطح على المسطرة المغناطيسية بحيث تكون منطبقة على خط الشمال والجنوب وتوضع من داخل ظرف نحاس ويرسم على قائم سطحه خط مدهون بلون اسود ثم تجعل هذه البوصلة على ابرة المحور وتجعل على قائمة من نحاس أو خشب ويربط هذا القائم قسامير نحاس على سطح السفينة فى خط المنتصف بحيث تكون من دون دوران بشرط أن يكون الخط الأسود المرسوم فى ظرف البوصلة على سمت اعتدال منتصف السفينة من جهة الطول (والبوصلة المذكورة) توجد على أنواع (منها) ما يجعل لاخذ اتجاه الكواكب أو اتجاه أحد الاماكن وهى مثل البوصلة المتقدم ذكرها انما يجعل على دائر فى شنبرها هدفتان مفتوحتان من الوسط يدوران مع الشنبر ويربط بينهما خيط حرير مبروم ويجعل فى منتصف أحد الهدفتين خيط آخر فاذا أراد الراصد أخذ اتجاه الشمس مثلا فيحرك الهدفتين مع الشنبر معا حتى يرى ظل الخيط المربوط فى قائم الهدفتين مارا بمركز البوصلة وحينئذ يعد الدرج الموجود بين خط الشمال أو الجنوب وبين ظل خيط الهدفة المذكورة واذا أراد أخذ اتجاه أحد الاماكن أيضا فيحرك الشنبر مع الهدفتين الى أن يرى المكان فى منتصف الهدفتين المذكورتين ثم يعد الدرج كما تقدم (وهذه) البوصلة تسمى بوصلة الانحراف كما فى شكل (١٩) و ٢٠ (ومنها) ما يوضع فى مقدمة الهدفة المجعول فى منتصفها الخيط القائم شكل مستطيل من زجاج مظروف داخل ... من نحاس ويربط بشنبر البوصلة بواسطة مفصلتين بحيث انه يمكن تحريكه الى جهة أعلى وأسفل فاذا أراد الراصد أخذ اتجاه الشمس فيحرك الشنبر مع الهدفتين الى أن يرى صورة الشمس فى ... الزجاج ... يعد الدرج كما تقدم ويوجد ... البوصلات ... تتحرك ...

فى المدفة التى صير نظر الراصد منهما ولهما بعان أو ثلاثة من زجاج ملون فاذا أراد الراصد أخذ اتجاه الشمس ينظر من النظارة المذكورة الى كوكب الشمس ويحرك الشنبر مع الهدفتين حتى يرى الشمس فى مقابلة شعاع النظارة التى ذكرت ويوقتها يعد الدرج والدقائق من محيط البوصلة كما تقدم

(فى كيفية تصحيح طريق السفينة من الانعطاف)

٦٤ الانعطاف هو عبارة عن سقوط السفينة عن طريق سمتها الاصلى الى أحد جهتيها وذلك يحصل من شدة الاهوية وتلاطم أمواج البحر وقت السفر لاسيما فى السفائن الشراعية فانه يوجد كثيرا لانه اذا كان الريح موجودا من جهة يمين السفينة فانها تسقط الى جهة اليسار وان كان الريح من جهة شمال السفينة فتسقط الى جهة اليمين ولاجل معرفة هذا السقوط يؤخذ قطعة من خشب مستديرة ويرسم عليها محيط دائرة ويقسم ذلك المحيط الى ٣٦٠ درجة ثم يوضع بمركز الدائرة عقرب مثل عقرب الساعات يدور على محوره وتوضع هذه الآلة فى منتصف وسط السفينة من جهة مؤخرها ثم ينظر الراصد الى آثار طريق السفينة بالبحر فيجد قوسا فيجعل العقرب على آخر القوس ويعد الدرج بينه وبين خط منتصف السفينة فيكون ذلك هو مقدار السقوط فان كان هذا السقوط الى جهة الشمال أو الجنوب فيطرح من اتجاه سير السفينة وان كان الى جهة المشرق أو الى المغرب فيضم الى اعتدال سير السفينة وهذا السقوط يسمى فى اصطلاح الملاحين دوشمك أو كسكارى

أمثلة من ذلك

بروة سفينة شمال مشرق
سقوط السفينة الى جهة الشمال
اعتدال بروة السفينة بعد الانعطاف شمال مشرق

مثال

مثال آخر

′	°	
١٥	١١	سمت اعتدال السفينة جنوب مغرب
٠٠	٠٥	سقوط السفينة الى جهة المغرب
١٥	١٦	اعتدال السفينة بعد الانعطاف جنوب مغرب

مثال آخر

′	°	
١٥	١١	اتجاه السفينة جنوب مشرق
٠٠	١٢	سقوط السفينة لجهة الجنوب
٤٥	٠٠	اعتدال طريق السفينة بعد الانعطاف جنوب مغرب

مثال آخر

′	°	
٤٥	٧٨	اعتدال سمت طريق السفينة شمال مغرب
٠٠	١٣	سقوط السفينة لجهة المغرب
٤٥	٠٩١	اعتدال بروة السفينة بعد التصحيح
٠٠	١٨٠	
١٥	٨٨	اعتدال طريق السفينة جنوب مغرب

(في تصحيح طريق السفينة بواسطة الانحراف)

٦٥ تقدم ان الانحراف هو عبارة عن مقدار الزاوية الكائنة ما بين شمال الدنيا وشمال البوصله وان الانحراف المذكور تارة يكون غربيا وتارة يكون شرقيا فاذا وضع الراصد أمامه شمال الدنيا فيجد شمال البوصلة على يساره اذا كان الانحراف غربيا ويجد شمال البوصلة جهة يمين شمال الدنيا اذا كان الانحراف شرقيا ولهذا متى كان الانحراف غربيا فان كل اتجاه من اتجاهات البوصلة يوجد على يسار اتجاه الدنيا المماثل له ومتى كان الانحراف شرقيا فان كل اتجاه من اتجاهات البوصلة يوجد جهة يمين اتجاه الدنيا المماثل له ولذلك اذا وجد سمت طريق السفينة في زاوية

الرابعة اعنى شمال مغرب أو الزاوية المقابلة لها اعنى جنوب مشرق وكان الانحراف غربيا فيضم على مقدار اتجاه البوصلة لان اتجاه البوصلة توجد جهة المغرب أو المشرق من اتجاه الدنيا وأما اذا وجد سمت طريق السفينة فى زاوية شمال مشرق أو جنوب مغرب وكان الانحراف غربيا فيطرح من مقدار اتجاه سمت طريق السفينة وعكس ذلك اذا كان اتجاه السفينة فى الزاوية الرابعة أو الثانية وكان الانحراف شرقيا فانه يطرح من مقدار اتجاه السفينة ويضم على اتجاه طريق السفينة اذا كان فى الزاوية الاولى او الثالثة (والحاصل) انه اذا كان الانحراف غربيا فانه يدور لجهة اليسار وان كان شرقيا فانه يدور الى جهة اليمين ومتى مارسة سقوط السفينة الى جهة الشمال أو الجنوب فانه يطرح الانحراف المذكور ومتى كان الانحراف يسقط السفينة الى جهة المشرق أو المغرب فانه يضم على مقدار الاتجاه المذكور

امثلة من ذلك

′	°	
٣٠	٢٢	طريق السفينه شمال مشرق
٣٠	٠٥	سقوط السفينه لجهة الشمال
٠٠	١٧	اعتدال السفينه بعد الانعطاف شمال مشرق
٠٠	٠٦	انحراف البوصلة الى المغرب
٠٠	١١	اعتدال طريق السفينه الصحيح شمال مشرق

مثال آخر

′	°	
٤٥	١٢	طريق السفينه جنوب مشرق
٠٠	١٢	سقوط السفينه الى جهة الجنوب
٤٥	٠٠	اعتدال السفينه بعد السقوط الى جنوب مغرب
٠٠	٠٦	انحراف البوصله الى المغرب
١٥	٠٥	اعتدال طريق السفينه صحيح جنوب مشرق

*(مثال

(مثال آخر)

′	°	
١٥	١١	اعتدال طريق السفينة جنوب مغرب
٠٠	٠٥	سقوط السفينة الى جهة المغرب
١٥	١٦	اعتدال طريق السفينة بعد السقوط جنوب مغرب
٠٠	٠٦	انحراف البوصلة الى المغرب
١٥	١٠	اعتدال طريق السفينة الصحيح جنوب مغرب

مثال آخر

′	°	
٤٥	٧٨	طريق السفينه شمال مغرب
٠٠	١٣	سقوط السفينه الى جهة المغرب
٤٥	٠٩١	طريق السفينه بعد الانعطاف شمال مغرب
٠٠	١٨٠	
١٥	٨٨	اعتدال طريق السفينه جنوب مغرب
٠٠	٠٦	انحراف البوصله الى المشرق
١٥	٠٩٤	اعتدال طريق السفينه بعد التصحيح جنوب مغرب
٠٠	١٨٠	
٤٥	٨٥	اعتدال طريق السفينه صحيح شمال مغرب

(في بيان فرق العروض)

٦٦ فرق العروض هو عبارة عن المسافة المأخوذة من أقسام درج العروض الواقعة بين عرض محلين معلومين فاذا كان عرض المكانين المذكورين من جنس واحد أعني ان عرضهما شمالى أو جنوبى فيطرح مقدار عرض الاصغر من مقدار عرض الاكبر ويحول الباقي الى أميال فيصير ذلك هو فرق العروض وأما اذا كان عرض أحد المكانين شماليا والآخر جنوبي فيضم أحدهما على الثاني والحاصل يحول الى أميال (ولايضاح ذلك) نفرض ان عرض محل قيام السفينه شمالى ١١ دقيقة و ٣١ درجه وعرض الوصول

٢١ دقيقة و ٣٦ درجه شمالى واذا طرحنا عرض القيام من عرض الوصول فيوجد الباقى خمس درجات وعشرة دقائق او ٣١٠ ميلا وهو يساوى لفرق العرض وحيث كان عرض القيام أصغر من عرض الوصول فيكون فرق العروض شماليا لانه اذا كان عرض محل القيام أقل من عرض محل الوصول وكانا المكانان المذكوران فى جهة شمال خط الاستواء فيكون فرق العروض شماليا وأما لو صار القيام من عرض ٢١ دقيقة و ٣٦ درجة شماليا وكان عرض الوصول ١١ دقيقة و ٣١ درجة شماليا لكان يوجد فرق العروض جنوبيا (وبمثل ذلك) يكون فى مقادير العروض الجنوبية لاننا اذا رمزنا بحرف جـ لموقع المكان الذى عرضه ١١ دقيقة و ٣١ درجة شمالى وبحرف ء الى محل المكان الذى عرضه ٢١ دقيقة و ٣٦ درجة شمالى فيكون التوجه الى جهة القطب الشمالى (وبذلك) يعتبر فرق العروض شماليا (وأما) لو صار القيام من نقطة ء الى جهة نقطة جـ لكان فرق العروض جنوبيا لان سير السفينة يكون لجهة خط الاستواء كما فى شكل (٢١) (وأما) اذا كان عرض القيام مثلا ٢٠ دقيقة و ٣٥ درجة جنوبيا وعرض محل الوصول ٤٠ دقيقة و ٣٠ درجة من الجنوب فيكون فرق العروض يساوى ٢٠ دقيقة و ٥ درجات او ٣٢٠ ميلا من الجنوبى (وأما) اذا كان عرض القيام ٣٠ دقيقة و ٤ درجات شمالى وعرض الوصول ٣٠ من الدقائق و ٢ من الدرج من الجنوب فيضم أحدهما على الثانى فيكون الحاصل يساوى ٧ درجات او ٤٢٠ ميلا وهو يساوى فرق العروض ويكون جنوبيا كما هو مبين فى الشكل المذكور

(ولاجل) معرفة انحراف شمال البوصلة عن شمال الدنيا يلزم أولا استخراج اتجاه شمال وجنوب الدنيا وهو أن ترسم على سطح مستوى مثل سطح بلاطة جملة دوائر متحدة المركز وتضع فى مركز تلك الدوائر شاخصا وتجعله عمودا على السطح المذكور ثم تنظر اظل ذلك الشاخص قبل الزوال وكلما وقع طرف ظله على محيط دائرة من الدوائر المرسومة تعلم له بعلامة وكذلك

ترصد ظل الشاخص المذكور من بعد الزوال وكلما وقع طرف ظله على محيط دائرة تعلم له بعلامة أيضا ثم تصل بين كل نقطتين كائنتين على محيط كل دائرة باوتار وتنصف كل وتر من هذه الاوتار وتصل من المركز الى نقط منتصف الاوتار المذكورة بخط مستقيم فان هذا الخط يكون هو خط الشمال والجنوب الصحيح واذا أقيم عليه من مركز الدائرة عمود آخر فيكون ذلك الخط هو خط المشرق والمغرب الصحيح ومتى علم شمال وجنوب ومشرق ومغرب الدنيا تضع البوصلة على خط الشمال والجنوب وتنظر الى طرفه فانك تجد شمال البوصلة منحرفا عن اتجاه خط شمال الدنيا بمقدار وهذا المقدار يكون هو انحراف شمال البوصلة عن شمال الدنيا فاذا وجد شمال البوصلة على يسار شمال الدنيا فيكون الانحراف غربيا وان وجد على يمينه فيكون الانحراف شرقيا وبهذا يعلم مقدار الانحراف المطلوب وبيانه كما في شكل (٢٢)

(في كيفية معرفة جذب اتجاهات البوصلة)

٦٧ جذب اتجاهات البوصلة يحصل متى كانت البوصلة موضوعة بمكان قريب من الحديد وذلك لان الابرة المغنطيسة دائما تجذب الى جهة الحديد واذا جذب شمال البوصلة الى الجهة التي يوجد فيها الحديد فان جميع اتجاهات البوصلة تتغير عن أصل اتجاهاتها وكثيرا ما يوجد جذب البوصلات في السفائن المصنوعة من الحديد ولاجل معرفة مقدار ذلك الجذب يلزم وضع بوصلتين احداهما بالبر والثانية بالسفينة ثم يصير مقابلة اتجاهات البوصلة التي بالسفينة باتجاهات البوصلة الموضوعة بالبر وبذلك العمل يعلم الفرق بكل اتجاه (مثاله) اذا نظر الراصد الذي يكون بالسفينة الى محل البوصلة التي بالبر ووجد اعتداله على سمت الشمال والراصد الذي بالبر راى اتجاه بوصلة السفينة على اتجاه درجتين في زاوية جنوب مغرب يعلم ان شمال بوصلة السفينة منجذب الى جهة المغرب بمقدار درجتين وبمثل ذلك يصير مقابلة باقي اتجاهات البوصلة المذكورة فاذا علم جذب كل اتجاه من اتجاهات بوصلة السفينة يعلم سمت الاتجاهات السفرية أعني اذا كان المطلوب السفر على اتجاه الشمال

يلزم وضع سمت اعتدال طريق السفينة على درجتين فى زاوية شمال مشرق حتى يصير التوجه على خط الشمال (واعلم) انه لا يصير اعتماد مقادير ذلك الجذب لانه يتغير من كثرة استعمال البوصلات فى الاسفار وحينئذ يلزم استخراج انحراف البوصلة فى الاوقات التى سنذكرها فى المستقبل عند الوصول اليها ان شاء الله تعالى

(فى بيان الدعاوى التى تحل بواسطة المثلثات المستقيمة الاضلاع)

٦٨ من حيث ان حساب زوايا واضلاع المثلثات المذكورة لا يسهل حلها الا بطريق استعمال أنساب اللوغاريتم فنبتدى أولاً بتعريف هذا اللوغاريتم وكيفية استعماله فنقول

اللوغاريتم لعدد مفروض هو العدد الذى اذا جعل اساً لعدد ثابت حدث العدد المطلوب والعدد الثابت يسمى أساس الجملة اللوغاريتمية المطابقة له ونفرض ان ١٠ هى الجملة الاساسية للوغاريتم الاعداد الاولية وعدد (١٠٠) أساساً للعدد المركب من خانتين و (١٠٠٠) أساساً للعدد المركب من ثلاث خانات وعلى هذا يكون لوغاريتم كل عدد من الاعداد الاولية محصوراً بين الصفر والواحد أعنى أسه يكون صفراً وكسراً اعشارياً ولوغاريتم كل عدد مركب من خانتين يكون محصوراً بين واحد صحيح واثنين أعنى يكون مرفوعه واحداً صحيحاً وكسراً أعشارياً ولوغاريتم العدد المركب من ثلاث خانات يكون اثنين عدداً صحيحاً وكسراً أعشارياً وهكذا الخ (وحيث) علم ان لوغاريتم الاعداد هو عبارة عن أس تلك الاعداد وفى العلوم الجبرية انه اذا أريد ضرب جملة كميات متجانسة يلزم جمع أس تلك الكميات ووضع حاصل الجمع على أحد الحدود المذكورة فمن ذلك يعلم انا اذا أردنا ضرب جملة أعداد فى بعضها يلزم أخذ اللوغاريتم لكل عدد ثم نجمع لوغاريتمات تلك الاعداد ونبحث عنها فى الجداول اللوغاريتمية فينتج مقدار العدد الذى يساوى حاصل الضرب

(ثانيا) ان لوغاريتم خارج قسمة عدد على آخر يساوى باقى طرح لوغاريتم المقسوم عليه من لوغاريتم المقسوم وينتج من هذه القاعدة ان لوغاريتم الكسر الاعتيادى يساوى لوغاريتم بسطه مطروحاً منه لوغاريتم المقام

(ثالثا) ان لوغاريتم جزر أى عدد يساوى لوغاريتم هذا العدد مقسوما على درجة الجزر المذكور وهو أنه اذا أردنا أخذ الجزر التربيعى لعدد مّا يلزم أخذ لوغاريتم هذا العدد ويؤخذ نصفه ويبحث عن العدد المقابل لانساب ذلك النصف فيوجد العدد الذى يكون هو جزر العدد المفروض

(رابعا) ان لوغاريتم الحد الرابع من تناسب هندسى يساوى لمجموع لوغاريتمى الوسطين مطروحا منه لوغاريتم الحد المعلوم

(فى تركيب الجداول اللوغاريتمية)

٦٩ الجداول اللوغاريتمية تحتوى على الاعداد الصحيحة من واحد الى عدد محدود وعلى لوغاريتمات هذه الاعداد المحذوف منها العدد الصحيح وأكبر هذه الجداول الجدول الذى الفه كاليت وهو من واحد الى ١٠٨٠٠٠ (ويلزم) لاجراء عمل الاعداد الرقمية بواسطة اللوغاريتمات لمعرفة حل المسئلتين المذكورتين

المسئلة الاولى اذا كان المراد ايجاد لوغاريتم عدد معلوم بواسطة الجداول اللوغاريتمية فيؤخذ هذا العدد من الخانة الموجود فيها الاعداد الصحيحة وتوخذ الانساب المقابلة لها ويجعل مرفوع تلك الانسان عددا يكون انقص من عدد خانات العدد المعلوم بواحد أعنى اذا كان العدد المفروض مركبا من خانة واحدة فيكون مرفوع انسابه صفرا صحيحا وان كان العدد مركبا من خانتين فيكون مرفوعه يساوى واحدا وان كان العدد مركبا من ثلاث خانات نجعل مرفوع انسابه عدد اثنين وهكذا (مثاله) اذا كان المطلوب ايجاد لوغاريتم عدد ٢٧٧٩٦ وان هذا العدد لا يوجد باعداد الجداول اللوغاريتمية فيؤخذ عدد ٢٧٧ من خانة الاعداد وتؤخذ انساب تلك الاعداد من تحت الخانة التاسعة من الصف الافقى فيوجد عدد ٤٤٣٨٨٨ ويؤخذ مقدار التفاضل الذى يوجد بين انساب هذه الانساب وهو ١٥٧ فيضرب فى عدد ٦ المحذوفة من العدد الاصلى فيصير حاصل الضرب يساوى ٩٤٫٢ فيضم ٩٤ على عدد ٤٤٣٨٨٨ يحصل عدد ٤٤٣٩٨٢ وحيث كان أصل العدد مركبا من خمس خانات فيجعل مرفوع هذا العدد ٤ اعنى يكون لوغاريتم عدد ٢٧٧٩٦

يساوى ٢ ٨ ٩ ٣ ٤ ٤ ر٤ وبمثل ذلك يصير استخراج لوغاريتم كل عدد لا يوجد مقداره باعداد الجداول اللوغاريتمية

(المسئلة الثانية)

اذا كان المعلوم لوغاريتم أى عدد وأريد معرفة العدد الصحيح المقابل له كما اذا كان معلوم لوغاريتم ٤٤٣٩٨٢ ر٤ والمطلوب العدد الصحيح المقابل له فيلزم البحث عن انساب العدد الذى يوجد أقل من هذه الاعداد فتجد انساب ٤٤٣٨٨٨ مقابلة لعدد ٢٧٧٩ ثم نطرح عدد ٤٤٣٨٨٨ من انساب ٤٤٣٩٨٢ المعلومة فيصير الباقى عدد ٩٤ وتقسم هذا الباقى على التفاضل الذى هو ١٥٧ فيصير خارج القسمة يساوى ٦ وهى الباقى من العدد ٢٧٧٩ اعنى ان العدد المطلوب يكون ٢٧٧٩٦ وبمثل هذا يصير استخراج الاعداد الصحيحة اذا كان معلوم لوغاريتم أى عدد منها

(فى تكوين جداول الخطوط المساحية)

٧٠ قد تقدم فى حل المثلثات المستقيمة الاضلاع أن الزوايا تستعوض بخطوطها المساحية ولنتصدى الآن للبحث عن المقادير الرقمية للخطوط المساحية المقابلة لقسى تأخذ فى الازدياد من ١٠ ثانية الى ٩٠ منها بالنسبة لتقسيم المحيط الى ٣٦٠ درجة ومقادير الخطوط المساحية بنسبة نصف القطر تسمى بالاعداد المساحية (فنقول) مما ينبغى التنبيه عليه ان الخطوط المساحية تأخذ فى الربع الاول من المحيط جميع ما يمكن أن تأخذه من المقادير فيلزم تعيين مقادير الخطوط المذكورة المقابلة للقسى المحصورة بين صفر درجة و ٩٠ درجة وانما اقتصر فى الحساب على الخطوط المساحية المقابلة للقسى من صفر درجة الى ٤٥ درجة لان القسى الباقية متممة للقسى من صفر درجة الى ٤٥ درجة (وحيث) ان الارتباطات الموجودة بين الخطوط المساحية لقوس وحد يسهل بها تعيينها بالنسبة للجيب اذا كان معلوما ينبغى أن نتصدى لتعيينه أولا فنقول ان اصغر القسى الذى يلزم اعتباره هو قوس ١٠ ثانية ولنبحث الآن عن جيب هذا القوس فنقول ان النسبة بين محيط الدائرة وقطرها

ط = ٣٫١٤١٥٩٢٦٥٣٥٨٩٧٩٣ وان نصف القطر عند مايفرض مساو بالواحد يكون نصف المحيط مساويا ط وحيث انه يوجد في نصف المحيط ٦٤٨٠٠٠ ثانية أي ١٨٠ درجة يشاهد بالنسبة الى نصف القطر أن قوس ١٥ ثانية = $\frac{٣٫١٤١٥٩٢٦٥٣٥٨٩٧٩٣ \times ١٥ \text{ ثانية}}{٦٤٨٠٠٠}$ =

٠٫٠٠٠٠٧٢٤٩ وأيضا جا ٣٠ ثانية = $\frac{ط \times ٣٠ \text{ ثانية}}{٦٤٨٠٠٠}$ =

٠٫٠٠٠١٤٥٤ وحيث ان مقدار القوس الذي يساوي ١٥ ثانية أو قوس ٣٠ ثانية صغير جدا لا يختلف عن جيبه الا اختلافا يكاد لا يحس فيكون العدد المتحصل جيبا الى ١٥ ثانية والآخر جيب ٣٠ ثانيه وحيث علم جيب ١٥ ثانية يسهل تحصيل المقادير المتوالية لجيوب ٣٠ ثانية و ٤٥ ثانية الى دقيقة ومن دقيقة الى درجة بواسطة المعادلات المذكورة في علم حساب المثلثات المستقيمة الاضلاع التي يرمز فيها للقوس بحرف ى وهي

جا ٢ ى = ٢ جتا ى جا ى

جا ٣ ى = ٢ جتا ى جا ٢ ى — جا ى

جا ٤ ى = ٢ جتا ى جا ٣ ى — جا ٢ ى

جا ٥ ى = ٢ جتا ى جا ٤ ى — جا ٣ ى الخ

ومتى تحصلت الجيوب تحصلت جيوب المتمم بنسبتها اليها وتحصلت كذلك سائر الخطوط المساحية الاخرى وهذه الجيوب ومتمماتها هي جيوب كسرية اعني اعشارية ولاجتناب هذه اللوغاريتميات السالبة يجعل نصف القطر مساويا ١ أعني ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ واذا ضرب مقدار الجيوب وجيوب المتمم في هذا العدد وأخذ انساب حاصل الضرب من جداول الاعداد الصحيحة ينتج مقادير الجيوب وجيوب المتمم الموجبة وأما باقي الخطوط المساحية فتستخرج بواسطة الارتباطات المذكورة في علم المثلثات

وهي ظا ى = $\frac{\text{جا ى}}{\text{جتا ى}}$ وظتا ى = $\frac{\text{جتا ى}}{\text{جا ى}}$ وفا ى = $\frac{١}{\text{جتا ى}}$ وقتا ى = $\frac{١}{\text{جا ى}}$

اعني اذا طرح جيب التمام من الجيب بعد ضم نصف القطر عليه ينتج

مقدار الظل واذا طرح الجيب من جيب المتمم ينتج تمام الظل واذا طرح جيب التمام من مقدار نصف القطر ينتج القاطع واذا طرح الجيب من نصف القطر ينتج قاطع التمام

(مثال من ذلك)

اذا كان جيب ١٥ درجه يساوي ٩٫٤١٢٩٩٦ وجيب التمام = ٩٫٩٨٤٩٤٤ وكان المطلوب معرفة باقي الخطوط المساحية يصير العمل هكذا

٩٫٤١٢٩٩٦ جيب ١٥ درجة	٢٠٫٠٠٠٠٠٠ نصف القطر
٩٫٩٨٤٩٤٤ جيب تمام ١٥ درجة	٩٫٩٨٤٩٤٤ تمام جيب ١٥ درجة
٩٫٤٢٨٠٥٢ = ظل ١٥ درجة	١٠٫٠١٥٠٥٦ = القاطع
٩٫٩٨٤٩٤٤ جيب تمـ ١٥ درجة	٢٠٫٠٠٠٠٠٠ نصف القطر
٩٫٤١٢٩٩٦ جيب ١٥ درجة	٩٫٤١٢٩٩٦ جيب ١٥ درجة
١٠٫٥٧١٩٤٨ = ظل التمام	١٠٫٥٨٧٠٠٤ = تمام القاطع

وانسب هذه اللوغاريتمات موضوعة في الصفوف العددية بلفظي نسبة جيبية ونسبة ظلية والاول موضوع فيه لوغاريتمات الجيوب والثاني يوجد فيه انساب تمام القاطع والثالث فيه انساب المماس والرابع لتمام المماس والخامس للقاطع والسادس لجيب المتمم وهي منسوبة لجميع الزوايا التي دون ٤٥ درجه ويوجد درجها في رأس كل صحيفة ودقائقها وثوانيها في الصف الاول من جهة اليمين وأما الزوايا المحصورة بين ٤٥ درجه و ٩٠ درجه فيوضع درجها أسفل كل صحيفة ودقائقها وثوانيها في الصف الاول من جهة اليسار ولوغاريتماتها تسمى بالاسماء السابقة انما يكتب على خانة الجيب متمم الجيب والظل متمم الظل وهكذا (واستعمال) هذا الجدول يرجع الى مسئلتين

(المسئلة الاولى)

اذا علمت زاوية وكان المطلوب لوغاريتم الجيب وجيب المتمم والظل وظل المتمم والقاطع وقاطع المتمم يقال اذا كانت الزاوية المعلومة مشتملة على درج

ودقائق وثوانى وتوجد بجداول اللوغاريتم فتؤخذ كما هى موجودة وأما اذا كانت الزاوية مشتملة على درج ودقائق وعلى ثوانى ليست توجد فى الجداول وهى اذا اشتملت الزاوية المذكورة على ٣٧ درجة و٥ دقائق و٩ ثوانى يقال ان الخانات الموجودة فى الجداول توجد مقابلة الى ٣٧ درجة و٥ دقائق ثم تقابل كسور الدقيقة وهى ١٥ ثانية و٣٠ ثانية و٤٥ ثانية والتسعة ثوانى المذكورة أقل من ١٥ ثانية فعلى هذا يؤخذ جيب لوغاريتم ٣٧ درجة و٥ دقائق فيوجد ٩٫٧٨٠٣٠٠ وجيب ٣٧ درجة و٥ دقائق و١٥ ثانية = ٩٫٧٨٠٣٤٢ واذا طرحنا الاول من الثانى يصير الباقى ٤٢ وحينئذ يركب هذا التناسب نسبة ١٥ : ٩ :: ٤٢ : س ثم س = ٢٥٫٢ تتضم على الانساب ٩٫٧٨٠٣٠٠ فيصير الحاصل ٩٫٧٨٠٣٢٥٢ وهذا مقدار جيب الزاوية التى مقدارها ٣٧ درجه و٥ دقائق و٩ ثوانى وبهذا العمل يصير الاجراء فى باقى الخطوط الساحية

(المسئلة الثانية)

اذا علم أحد انساب الخطوط الساحية وكان المطلوب مقدار الزاوية المقابلة للانساب المذكورة فيبحث عن مقدار الانساب المعلومة فان وجدت بجداول الخطوط الساحية فيؤخذ الدرج والدقائق والثوانى المقابلة لها وأما اذا لم يوجد بالجداول مقدار الانساب المذكورة كما اذا كان المطلوب مقدار الدرج والدقائق والثوانى المقابل لها انساب ٩٫٧٨٠٣٢٥٢ من خانة الجيب فيصير البحث عن انساب العدد الذى يوجد أصغر من الانساب الموجودة فنجد ٩٫٧٨٠٣٠٠ وهذا يقابل لدرجة ٣٧ و٥ دقائق ثم يؤخذ انساب الجيب التى توجد أكثر من الانساب المفروضة فتوجد ٩٫٧٨٠٣٤٢ وهى تقابل درجة ٣٧ و٥ دقائق و١٥ ثانية واذا طرحنا انساب ٩٫٧٨٠٣٠٠ من انساب ٩٫٧٨٠٣٤٢ يصير الباقى ٤٢ وأيضا اذا طرحنا انساب ٩٫٧٨٠٣٠٠ من مقدار الانساب المعلومة وهى ٩٫٧٨٠٣٢٥٢ يصير الباقى ٢٥٫٢ ثم يقال عدد ٤٢ يخصه ١٥ ثانية فكم من الثوانى تخص عدد ٢٥٫٢ فيركب

هذا التناسب نسبة ٤٢ : ٢٫٢٥ :: ١٥ ثانية : س أو س = ٩ ثوانى أعنى ان انساب الجيب التى هى ٩٫٧٨٠٣٢٥٢ = ٣٧ درجه و ٥ دقائق و ٩ ثوانى وهذا مقدار الزاوية المطلوبة ثم يصير اجراء هذا العمل فى باقى الخطوط المساحية

(فى بيان الدعاوى البحرية التى تحل بواسطة المثلثات المستقيمة الاضلاع)

٧١ حيث كان الغرض من هذا الفن هو معرفة توجه السفائن من مكان الى آخر ومعرفة مكان السفينة هى فى أى نقطة على سطح الارض وان هذا لا يعلم الا بواسطة استخراج مقادير الاطوال والعروض وتقدم ان المسافة التى تقطعها السفينة على خطوط انصاف النهار تسمى فرق العروض والمسافة التى تقطعها من جهة الطول تسمى بالتباعد والبعد الذى يوجد بين محل القيام ومحل الوصول يسمى مسافة ثم ومن هذه الاشياء الثلاثة يتشكل مثلث مستقيم الاضلاع قائم الزاويه وجميع اضلاعه وهى فرق العروض والتباعد والوتر تؤخذ من دقائق العروض ماعدا فرق الاطوال فانه يؤخذ من دقائق درج الاطوال وهو مخالف فى الجنس للاضلاع الثلاثة لان تقاسيم درج الاطوال أصغر من تقاسيم درج العروض وبذلك السبب يوجد عدد الدقائق المأخوذة لفرق الطول أكثر عددا من أميال التباعد ويعلم مما تقدم ان مقدار عرض الاماكن يعدّ من عند خط الاستواء المعتبر صفر درجة الى حد كل قطب من قطبى الكرة وأما مقدار الطول فانه يعد من كل جهة من جهتى خط نصف نهار الى ١٨٠ درجة وتعتبر مقاديرها شرقية أو غربية بحسب وجود الاماكن ان كانت فى جهة شرق نصف النهار المذكور أو فى جهة مغربه

(امثلة من ذلك)

عرض القيام شمالى ٣٠ ٣٢ وعرض محل الوصول ٤٠ ٣٥ شمالى والمراد معرفة اميال فرق العروض

(صورة العمل)

	°	′
عرض قيام شمالي	٣٢	٣٠
عرض وصول شمالي	٣٥	٤٠
	٠٣	١٠
	٦٠	
	١٨٠	
	١٠	
= فرق العرضين	١٩٠	

(مثال ثاني)

عرض محل القيام شمالي ٤٥ ٠١ ° ′ وعرض محل الوصول جنوبي ٠٥ ٠٢ والمراد معرفة أميال فرق العروض

	°	′
عرض قيام شمالي	٠١	٤٥
عرض وصول جنوبي	٠٢	٠٥
	٠٣	٥٠
	٦٠	
	١٨٠	
	٥٠	
= فرق العرضين جنوبي	٢٣٠	

(مثال ثالث)

٣٠ ٣٢ ° ′ عرض قيام شمالي وأميال فرق العرضين ١٩٠ ميل شمالي والمطلوب معرفة عرض محل الوصول

	°	′
عرض قيام شمالي	٣٢	٣٠
فرق عرض شمالي	٠٣	١٠
عرض وصول شمالي	٣٥	٤٠

(مثال رابع)

عرض محل القيام شمالي ٣٠ ٠٢ ° ′ وفرق العرضين ٢١٠ ميل جنوب والمراد معرفة عرض محل الوصول

	°	′
عرض قيام شمالي	٠٢	٣٠
فرق عرض جنوب	٠٣	٣٠
عرض محل الوصول جنوبي	٠١	٠٠

(أمثلة في فرق الطول)

طول محل القيام شرق ٠٣ ٢٩ ° ′ وطول محل الوصول ٣١ ١٤ ° ′ شرق والمراد معرفة مقدار فرق الطولين

(مثال اول)

٥٣	٢٩	طول محل قيام شرق
٣١	١٤	طول محل وصول شرق
٢٢	١٥	
	٦٠	
	٩٢٢ = فرق الطول غرب	

(مثال ثاني)

طول محل القيام غرب ٤٠ ٠٧

وطول محل الوصول غرب ٥٠ ١٢

والمراد معرفة مقدار فرق الطولين

٤٠	٠٧	طول قيام غرب
٥٠	١٢	طول محل الوصول غرب
١٠	٠٥	
	٦٠	
	٣٠٠	
	١٠	
	٣١٠ = فرق الطولين غرب	

(مثال ثالث)

طول محل القيام شرق ٣٠ ٣

وطول محل الوصول غرب ٢٠ ٢

والمراد معرفة فرق الطولين

٣٠	٣	طول محل القيام شرق
٢٠	٢	طول محل الوصول غرب
٥٠	٠٥	
	٦٠	
	٣٠٠	
	٥٠	
	٣٥٠ = فرق الطولين غرب	

(مثال رابع)

طول محل القيام شرق ٠٠ ١٧٥

وطول محل الوصول غرب ١٦٥

والمراد معرفه فرق الطولين

١٧٥	طول محل القيام شرق
١٦٥	طول محل الوصول غرب
٣٤٠ =	أميال فرق الطولين غرب
٣٦٠	
٢٠ =	دقائق المسافة التي توجد بين طول المكانين

*(مثال

(مثال خامس)

محل طول القيام شرق ١٦٨ درجه و ٤٠ دقيقه وفرق الطولين يساوى ٩٠٠ دقيقة والمطلوب طول محل الوصول

′	°	
٤٠	١٦٨	طول محل القيام شرق
٠٠	٠١٥	فرق الطولين شرق
٤٠	١٨٣	
٠٠	٣٦٠	
٢٠	١٧٦	طول محل الوصول غرب

(فى استخراج مجاهيل المثلث القائم الزاوية)

٧٢ اذا علم ثلاثة أشياء من الستة أشياء المركب منها المثلث فانه يعلم مقادير الثلاثة أشياء الباقية بشرط أن يكون فى معلومات المثلث لا أقل من ضلع واحد وهذه المجاهيل تستخرج بواسطة ما سبق فى علم المثلثات المستقيمة الاضلاع التى بها صار استخراج مجاهيل المثلث القائم الزاوية بواسطة المعلومات الثلاث

(مثال أول)

عرض محل القيام شمالى ٣١ درجه و ١٩ دقيقه وطول محل القيام ٢٩ درجه و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج واتجاه طريق السفينة قره يل كرته بالدز وكان مرور السفينة عليه ١٤٨ ميلا والمراد عرض وطول نقطة الوصول

(صورة العمل)

′	°	
٤٥	٣٣	اتجاه السفينة شمال مغرب
١٥	٠٦	انحراف البوصلة غربى
٠٠	٤٠	اتجاه صحيح شمال مغرب

برسم مثلث شمال مغرب و يوضع عليه مقدار الاتجاه الصحيح

وحيث علم في هذا المثلث زاوية الاتجاه أعني زاوية ا والوتر اج والزاوية القائمة فيصير استخراج مقدار التباعد وفرق الطول بالتناسبات الآتية وهي أن يقال في كل مثلث نسبة جيوب الزوايا الى بعضها كنسبة الاضلاع المقابلة للزوايا المذكورة اعني نسبة جا نق : ١٤٨ أميال الوتر :: جيب الزاوية ٤٠ درجة : ب ج مقدار التباعد وانه اذا صار العمل بواسطة اللوغار يتم يؤخذ انساب ١٤٨ ويضم على جيب ٤٠ درجة ويطرح من المجموع جيب نصف القطر وينظر على الباقي من انساب العدد ينتج مقدار التباعد هكذا

مطلوب مقدار التباعد	مطلوب مقدار فرق العرض
١٠،٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر	١٠،٠٠٠٠٠٠ جا نصف قطر
٢،١٧٠٢٦٢ انساب ١٤٨	٢،١٧٠٢٦٢ انساب ١٤٨
٩،٨٠٨٠٦٧ جا ٤٠ درجة	٩،٨٨٤٢٥٤ جتا ٤٠ درجة
١١،٩٧٨٣٢٩ يكون	١٢،٠٥٤٥١٦
١٠،٠٠٠٠٠٠	١٠،٠٠٠٠٠٠
١،٩٧٨٣٢٩ من انساب العدد = ٩٥،١٣ وهو مقدار التباعد	٢،٠٥٤٥١٦ = ١١٣،٤ = فرق العرض

مطلوب عرض محل الوصول

″	′	°	
٠٠	١١	٣١	عرض محل القيام شمالي
٢٤	٥٣	١	٠ فرق العرضين شمالي
٢٤	٠٤	٣٣	عرض محل الوصول شمالي

(تنبيه)

الكسور الاعشارية الموجودة في مقادير فرق العرض وفرق الاطوال دائما تضرب في ٦ فتحول الى ثواني

وأما استخراج فرق الطولين الذي هو ى هـ يقال في مثلثي ا ب ج و ا ى هـ المتشابهين ان خط ا ى يساوي فرق العروض المعنية و ا ب

يساوي

يساوى فرق العرضين وب ج يساوى التباعد و ى ه يساوى لفرق الطولين وحيث كان ذلك يؤخذ درج ودقائق عرض القيام من جداول العروض السمتية فيوجد ١٩٧١ ثم يؤخذ من الجداول المذكورة درج ودقائق عرض الوصول فيوجد ٢١٠٤ ويطرح الاول منه فيصير الباقى مساويا ١٣٣ وهو يساوى ضلع ا ى ثم يقال فى المثلثين المذكورين نسبة فرق العرض الاصلى ١١٣ر٤ : ١٣٣ فرق عرض سمتى :: ١٣١ ر٩٥ ميلا مقدار التباعد : فرق الطول المجهول وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى يصير

[illegible]

[illegible] ميلا

٩١٨٣١٧ ر٠ لوغا ١٣١ ر٩٥ ميلا

٤ر ١٠٢١٦٩

٢ر ٠٥٤٦١٣ ع —

٠٤٧٥٥٦ ر٢ ينظر من الانساب = ١١١ر٦ يساوى فرق الطول

(طريق آخر لاستخراج فرق الطولين)

يجمع عرض محل القيام على عرض محل الوصول ويؤخذ النصف فينتج مقدار نصف مجموع العرضين ويسمى عرض الوسط المتوازى واما اذا كان محل عرض القيام مخالفا لجنس عرض الوصول فيطرح احدهما من الآخر ويؤخذ نصف الباقى فينتج مقدار درج الوسط المتوازى ثم يقال نسبة تمام جيب منتصف العرضين : الى التباعد :: نصف القطر : مقدار فرق الطول المجهول لاننا اذا فرضنا ا ح ه ك كما فى شكل (٢٣) اسطح الارض ومركزها فى ب ونقطة (ا) محل القطب الشمالى ورسمنا زاويه ج ب ى = لزاوية منتصف العرضين وانزلنا من نقطة ج ج ى عمودا على القطر ا ه و ايضا من نقطة ج خط ج ى عمودا على القطر ك ح واخرجنا من نقطة ح خطا مماسا حتى يتلاقى مع ضلع ب ج الممدود على استقامته فى نقطة ل فحينئذ يكون خط ج ى يساوى ب ى وكذا ج ى يساوى ى ب ولكن ج ى هو تمام الجيب لزاوية

جـ ب ى (و) ل ح عبارة عن مقدار فرق الطول و يصير فى مثلثى
جـ ب ى (و) ل ب ح المتشابهين نسبة ب ى : ب ح ::
جـ ى : ح ل و بأخذ كل شئ مساويه يصير جتا جـ ب ى : نق
:: جـ ى مقدار التباعد : ل ح مقدار فرق الطول و بهذه
القاعدة يصير استخراج فرق الطول فى كل مثلث قائم الزاوية هكذا

″	′	°	
٠٠	١١	٣١	عرض قيام شمالى
٢٤	٠٤	٣٣	عرض الوصول شمالى
٢٤	١٥	٦٤	مجموع العرضين
٤٢	٠٧	٣٢	نصف مجموع العرضين

مطلوب فرق الطول ″ ′ °

٩ر٩٢٧٨٠٧ جتا ٣٢ر٠٧ر٤٢
١٠ر٠٠٠٠٠٠ انساب نق
١ر٩٧٨٣١٧ انساب التباعد ١٣ر٩٥ ميلا

١١ر٩٧٨٣١٧
٩ر٩٢٧٨٠٧

٢ر٠٥٠٥١٠ ينظر من انساب
العدد = ١١١ر٦ فرق الطول

(طريق آخر لاستخراج فرق الطول)

يقال فى المثلث أ ى هـ نسبة ظل الزاوية الحادة الى الضلع المقابل لها كنسبة نصف القطر الى الضلع الثانى من المثلث المذكور و بأخذ كل شئ مساويه يصير ظا ٤٠ درجة الى فرق الطول كنسبة نصف القطر الى ١٣٣ فرق عرض سمتى و بالعمل اللوغاريتمى يضم ظل الزاوية على انساب فرق تزايد العرض السمتى و يطرح من الحاصل نصف القطر و ينظر على الباقى من الانساب هكذا

مطلوب طول الوصول

″	′	°	
٠٠	٥٣	٢٩	طول قيام شرق
٣٦	٥١	٠١	فرق الطول غرب
		١١١ ر ٦	
٢٤	٥١	٢٨	طول محل الوصول شرق

١٠ر٠٠٠٠٠٠ أنساب نصف القطر
٩ر٩٢٣٨١٣ ظا ٤٠ درجه
٢ر١٢٣٨٥٢ أنساب ١٣٣

١٢ر٠٤٧٦٦٥
١٠ر٠٠٠٠٠٠

٠٢ر٠٤٧٦٦٥ ينظر من انساب
العدد = ١١١ر٦

طريق آخر لاستخراج فرق الطول

يؤخذ درجة منتصف العرضين من جداول مجاهيل المثلث القائم الزاوية ويؤخذ مقدار التباعد من خانة فرق العرض والعدد الذى يوجد فى خانة الوتر يكون مساو بالفرق الطول المجهول وهذه العملية أسهل من العمليات المتقدم ذكرها ومن بعد استخراج فرق الطول المذكور يصير وضعه تحت طول القيام ويضم أو يطرح حسب ما تقدم فينتج مقدار طول الوصول

(مثال ثانى)

عرض محل القيام شمالى ٣٠ ٣٨° والطول ١٥ ٢٤° غرب نصف نهار غرنويج وعرض الوصول ٠٧ ٤١° شمالى والتباعد يساوى ١١٤ ميلا وكان اتجاه السفينة فى زاوية شمال مشرق والمطلوب معرفة مقدار درج الاتجاه والمسافة وطول الوصول

(صورة العمل)

	°	
٣٠	٣٨	عرض محل القيام شمالى
٠٧	٤١	عرض الوصول شمالى
٣٧	٠٢	
	٦٠	
	١٢٠	
	٣٧	
	١٥٧	= فرق العرض شمالى

١١٤ ، ١٥٧

مطلوب درجة المثلث

يقال فى المثلث المذكور ظل الزاوية الحادة يساوى الضلع المقابل لها مقسوما على الضلع الآخر

وبرهان ذلك اذا فرض فى مثلث ج ى ب القائم الزاوية كما سبق فى شكل (٢٣) نقطة ب مركزا وبعد خط ب ج نرسم دائرة ثم نمد خط

ب ی الی ان یقطع المحیط فی نقطة ا ونرسم منها عمود (ا ں) علی نصف القطر ب ا وندضلع ب ج حتی یتلاقی معه فی نقطة م فیصیر خط ا م مماسا القوس ا ج اولزاویة ج ب ی الحادة وخط ب م قاطعا لها وحیث کانا المثلثان ب ی ج (و) ب ا م متشابهان یکون نسبة ا م : ج ی :: ب ا : ب ی او ظازاویة ج ب ی : ضلع المثلث ج ی المقابل للزاویة المذکورة :: ب ا نصف القطر : ضلع ب ی ویجعل نصف القطر یساوی واحدا یحدث ظازاویة ج ب ی

= ضلع ج ی / ضلع ب ی أعنی ان ظل الزاویة الحادة فی کل مثلث قائم الزاویة

یساوی الضلع المقابل لها مقسوما علی الضلع الثانی وأیضا فی المثلثین المتشابهین المذکورین نسبة ب م : ب ج : ب ا : ب ی او قاطع الزاویة ج ب ی : ج ب وتر القائمة : ب ا نصف القطر : ضلع ب ی او ب ج وتر القائمة یساوی قاطع زاویة ج ب ی × ضلع ب ی أعنی ان وتر القائمة فی کل مثلث قائم الزاویة یساوی قاطع الزاویة الحادة × الضلع المجاور للزاویة المذکورة وکذلك یوجد فی کل مثلثین نسبة جیوب الزوایا الی بعضها کنسبة الاضلاع المقابلة للزوایا المذکورة کما هو مثبوت فی علم المثلثات المستقیمة الاضلاع وصورة العمل هکذا

مطلوب زاویة الاتجاه	مطلوب الوتر
٢٫١٩٥٩٠٠ انساب فرق العرض	١٠٫٠٩١٩٥١ قا ٥٩ ٣٥
١٥٧	٢٫١٩٥٩٠٠ انساب فرق العرض
٢٫٠٥٦٩٠٥ انساب التباعد ١١٤	١٥٧
١٠٫٠٠٠٠٠٠ انساب نصف القطر	١٢٫٢٨٧٨٥١
١٢٫٠٥٦٩٠٥	١٠٫٠٠٠٠٠٠
٢٫١٩٥٩٠٠	
٩٫٨٦١٠٠٥ ینظر من الظل =	٠٢٫٢٨٧٨٥١ ینظر من الانساب
٥٩ ٣٥ = زاویة الاتجاه	= ١٩٤ مقدار الوتر

مطلوب نصف العرضين

٠٠ ٣٠ ٣٨ عرض قيام شمالى
٠٠ ٠٧ ٤١ عرض الوصول شمالى

٠٠ ٣٧ ٧٩ يكون العرضين
٣٠ ٤٨ ٣٩ نصف مجموع العرضين

مطلوب طول الوصول

مطلوب فرق الطول

٩٫٨٨٥٤٦٩ تمام نصف العرضين
٣٠ ٤٨ ٣٩
١٠٫٠٠٠٠٠٠ أنساب نصف القطر
٢٫٠٥٦٩٠٠ أنساب التباعد

١٢٫٠٥٦٩٠٠
٩٫٨٨٥٤٦٩

٢٫١٧١٤٣٦ ينظر من الانساب
= ٤ ١٤٨ = فرق الطول

٠٠ ١٥ ٤٤ طول قيام غرب
٢٤ ٢٨ ٠٢ فرق الطول شرق ٤ ١٤٨

٣٦ ٤٦ ٢١ طول محل الوصول غرب

(مثال ثالث)

عرض محل القيام شمالى ٠٢ ٤١ والطول ٢٠ ٥٩ غرب وعرض الوصول ٥٨ ٤٢ درجه شمالى وسمت اتجاه السفينه ١٥ ١١ درجه شمال غرب انحراف البوصله ٩ درجات غربى مطلوب الوتر والتباعد وفرق الطول وطول الوصول

(صورة العمل)

١٥ ١١ اتجاه السفينة شمال غرب
٠٠ ٠٩ انحراف البوصلة غرب

١٥ ٢٠ سمت اتجاه صحيح شمال غرب
٥٧٫٥

مطلوب فرق العرض

٤١٫٠٢ عرض محل القيام شمالى
٤٢٫٥٨ عرض وصول شمالى

٠١٫٥٦
٦٠

٦٠
٥٦

١١٦ = فرق العرض شمالى

٤٢٫٨
١٤٣٫٦
١١٦
٢٠٫

مطلوب وتر الثلث

١٠٫٠٢٧٧٠٩ قاطع الاتجاه ٢٠ ١٥

٢٫٠٦٤٤٥٨ أنساب فرق العرض ١١٦

١٢٫٠٩٢١٦٧

١٠٫٠٠٠٠٠٠

٢٫٠٩٢١٦٧ من انساب العدد = ١٢٣٫٦ = الوتر

مطلوب نصف مجموع العرضين

٠٢ ٤١ عرض قيام شمالى

٥٨ ٤٢ عرض وصول شمالى

٠٠ ٨٤ يكون العرضين

٠٠ ٤٢ منتصف العرضين

مطلوب التباعد

٩٫٩٧٢٢٩١ جتا ١٥ ٢٠

٢٫٠٦٤٤٥٨ أنساب فرق العرض ١١٦

٩٫٥٤٣٩٢ جا ١٥ ٢٠

١١٫٦٠٢

٩٫٩٧

١٫٦٣ ينظر من انساب

٤٢٫٨ = التباعد

مطلوب فرق الطول

٩٫٨٧١٠٧٣ جيب تمام نصف مجموع العرضين

١٠٫٠٠٠٠٠٠ أنساب نصف القطر

١٫٦٣١٣٤٢ أنساب التباعد ٤٢ ٠٨

١١٫٦٣١٣٤٢

٩٫٨٧١٠٧٣

١٫٧٦٠٢٦٩ ينظر من الانساب = ٥٫٥٧ = فرق الطول

مطلوب طول الوصول

٠٠٫٣٥٫٥٩ طول القيام غرب

٣٠٫٥٧٫٠٠ فرق طول غرب

٣٠٫٣٢٫٦٠ طول محل الوصول غرب

(مثال رابع)

٠٠ ٣٧ عرض محل القيام شمالى والطول ٠٥ ٠٢ غرب اتجاه السفينه ٠٠ ٥٢ شمال مشرق وسقوط السفينه ٣ درجات الى جهة الشمال انحراف البوصلة ١٦ غربى وأميال التباعد ٦٧٠ ميلا والمطلوب فرق العروض وعرض الوصول وفرق الطول وطول الوصول

صورة العمل

٠٠	٥٢	انحاء السفينه شمال مشرق
٠٠	٠٣	سقوط لجهة الشمال
٠٠	٤٩	شمال مشرق
٠٠	١٦	انحراف البوصلة غربي
٠٠	٣٣	سمت انحاء السفينه الصحيح شمال مشرق

مطلوب فرق العرض

٩٫٧٣٦١٠٩ جا انحاء ٣٣
٢٫٨٢٦٠٧٥ أنساب التباعد ٦٧٠
٩٫٩٢٣٥٩١ جتا ٣٣

١٢٫٧٤٩٦٦٦
٩٫٧٣٦١٠٩

٣٫٠١٣٥٥٧ من انساب العدد
= ١٠٣٢ فرق العرض شمالي

مطلوب عرض الوصول

٠٠٫٥٠٫٣٧	عرض قيام شمالي	
٠٠٫١٢٫١٧	فرق عرض شمالي	
٠٢٫٥٥	عرض وصول شمالي	

(مطلوب نصف مجموع العرضين)

٥٠	٣٧	عرض قيام شمالي
٠٢	٥٥	عرض وصول شمالي

٩٢٫٥٢ يكون العرضين
٤٦٫٢٦ نصف العرضين

مطلوب الوتر

١٠٫٠٧٦٤٠٩ قاطع الانحاء ٣٣
٣٫٠١٣٦٨٠ انساب فرق العرض ١٠٣٢

١٣٫٠٩٠٠٨٩
١٠٫٠٠٠٠٠٠

٣٫٠٩٠٠٨٩ ينظر من الانساب
= ١٢٣٠ = الوتر

مطلوب فرق الطول

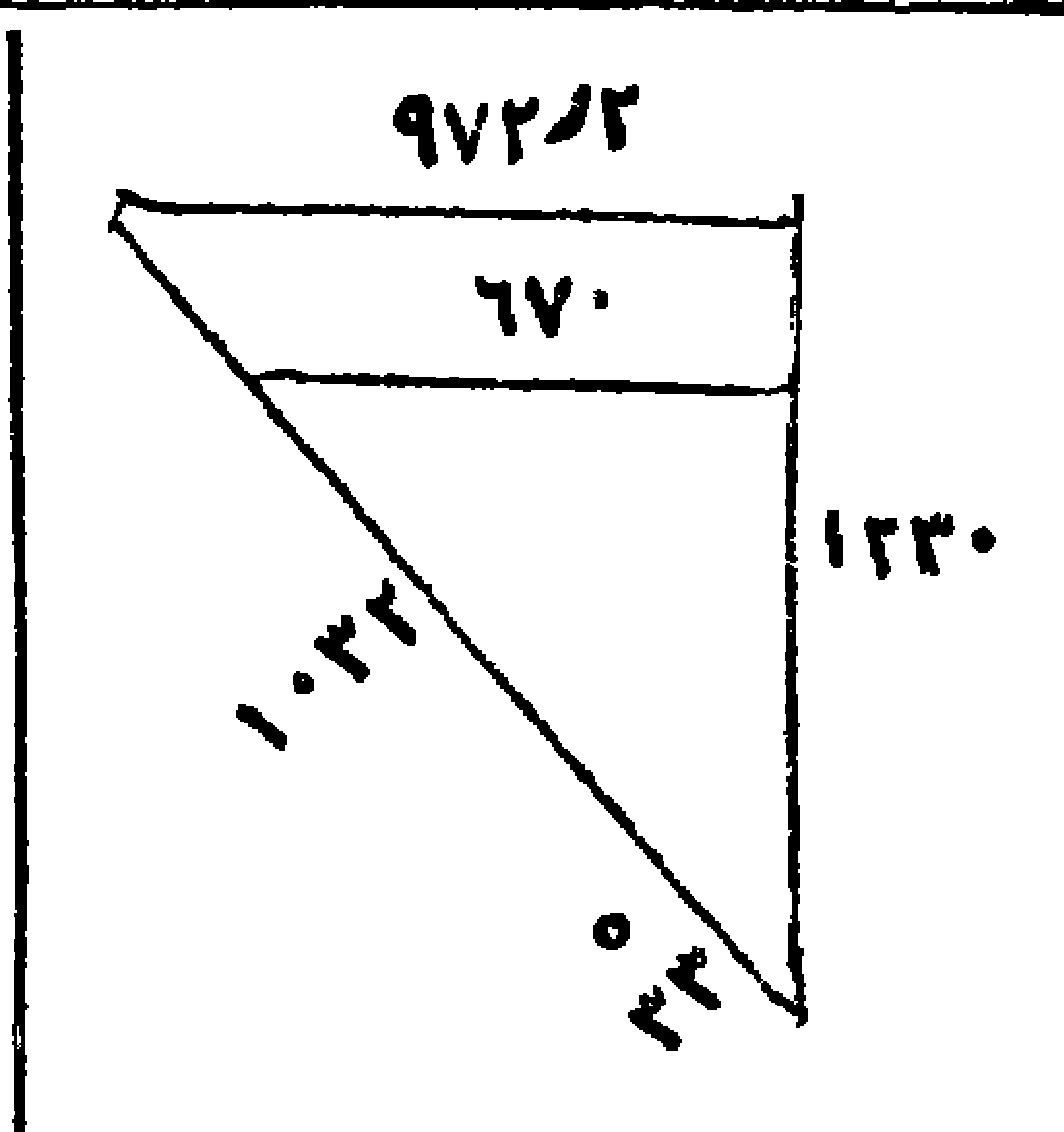
٩٫٨٣٨٣٤٤ جتا منتصف العرضين ٢٦ ٤٦
١٠٫٠٠٠٠٠٠ انساب نصف القطر
٢٫٨٢٦٠٧٥ أنساب التباعد ٦٧٠

١٢٫٨٢٦٠٧٥
٩٫٨٣٨٣٤٤

٢٫٩٨٧٧٣١ ينظر من الانساب
= ٩٧٢٫٢ = فرق الطول

مطلوب طول الوصول

٠٠	٠٥	٠٢	طول القيام غرب
١٢	١٢	١٦	فرق طول شرق
	٩٧٢٫٢		
١٢	٠٧	١٤	طول الوصول شرق



(مثال خامس)

عرض محل القيام شمالي ١١ ٣١ والطول ٥٣ ٢٩ شرق اتجاه اسفينة في زاوية شمال مشرق وقطعت مسافة ٢١٥ ميل ومن التباعد ١٦٠ ميل مطلوب درجة المثلث وعرض الوصول وطول الوصول

مطلوب درجة المثلث

٢٫٣٣٢٤٣٨ انساب الوتر ٢١٥
١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٢٫٢٠٤١٢٠ انساب عدد تباعد ١٦٠

١٢٫٢٠٤١٢٠
٢٫٣٣٢٤٣٨

٩٫٨٧١٦٨٢ جا نظير =
١٥ ٠٥ ٤٨ درجة المثلث

مطلوب فرق العرض

٩٫٨٧١٦٧٠ جا ١٥ ٠٥ ٤٨
٢٫٢٠٤١٢٠ انساب تباعد ١٦٠
٩٫٨٢٤٧٧٣ جتا ١٥ ٠٥ ٤٨

١٢٫٠٢٨٨٩٣
٩٫٨٧١٦٧٠

٢٫١٥٧٢٢٣ ينظر من الانساب
٣٫٦ ١٤ = فرق العرض

مطلوب عرض الوصول

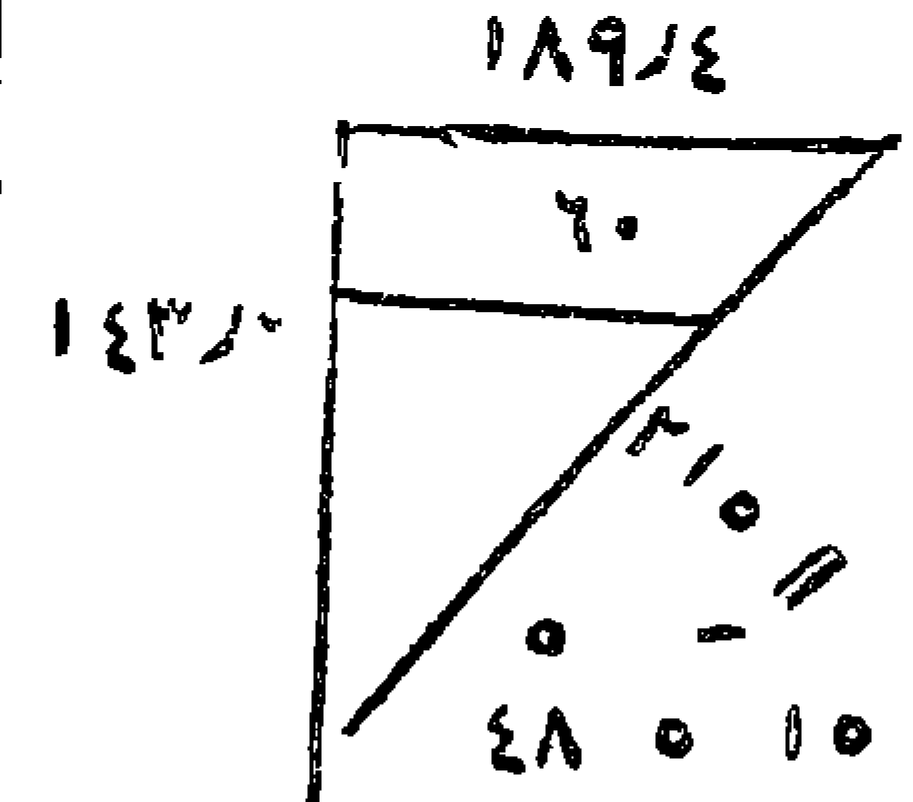
٠٫١١٫٣١ عرض قيام شمالي
٠٢٫٢٣٫٣٦ فرق عرض شمالي

٣٦٫٣٤٫٣٣ عرض الوصول شمالي

مطلوب نصف مجموع العرضين

٠٠ ١١ ٣١ عرض قيام شمالي
٣٦ ٣٤ ٣٣ عرض الوصول شمالي

٣٦ ٤٥ ٦٤ يكون العرضين
٤٨ ٢٢ ٣٢ منتصف العرضين



مطلوب

مطلوب فرق طول

٩٫٩٢٦٦٣١ جتا نصف العرضين

° ′ ″

٣٢ ٢٢٫٤٨

١٠٫٠٠٠٠٠ نصف القطر

٢٫٢٠٤١٢٠ أنساب التباعد ١٦٠

١٢٫٢٠٤١٢٠

٩٫٩٢٦٦٣١

٢٫٢٧٧٤٨٩ من الانساب =

١٨٩٫٤ = فرق الطول

مطلوب طول الوصول

° ′ ″

٢٩٫٥٣٫٠٠ طول قيام شرق

٣٫٠٩٫٢٤ فرق طول شرق

١٨٩٫٤

٣٣٫٠٢٫٢٤ طول محل الوصول شرق

المثال السادس ° ′

عرض القيام شمالي ١١ ٢١

والطول شرق ٥٣ ٢٩ واتجاه

السفينة ٣٠ ٣٨ شمال مشرق

وطول محل الوصول ٥٠ ٣١ شرق

مطلوب الوتر وعرض الوصول

صورة العمل

° ′

٢٩٫٥٣ طول القيام شرق

٣١٫٠٠ طول الوصول شرق

٠١٫٥٧

٦٠

٦٠

٥٧

١١٧ فرق الطول شرق

مطلوب تزايد فرق العرضين

٩٫٩٠٠٦٠٠ مماس الاتجاه

° ′

٣٠ ٣٨

١٠٫٠٠٠٠٠ أنساب نصف القطر

٢٫٠٦٨١٨٦ أنساب فرق طول

١١٧

١٢٫٠٦٨١٨٦

٩٫٩٠٠٦٠٠

٢٫١٦٧٥٨١ من انساب العدد

١٤٧٫١ = تزايد فرق العرضين

١١٧

٩٨٫٦

١٢٤

١٥٨٫٤

٣٠ ٣٥

ولاجل استخراج فرق العرض الاصلى يؤخذ من جداول العروض

المعتبة العدد المقابل لعرض ١١ ٣١ نجد ١٩٧٠ ثم يضم عليه

عدد ١٤٧ وهو مقدار تزايد فرق العرض فيصير الحاصل ٢١١٧ فيبحث

عن ذلك فى جداول العروض المعتبة فنجده مقابلا الى ١٥ ٣٣ وهذا

يكون مساويا لعرض الوصول وحينئذ يطرح منه عرض القيام وهو

١١ ٣١ ويحول الباقى الى أميال فيصير مساويا ١٣٤ ميل وهو فرق

العرض الاصلى

مطلوب الوتر

١٠/١٠٦٤٥٦ قاطع زاوية الانجاه ٣٠ ٣٨

٢/٠٩٣٤٢٢ انساب فرق العرض ١٢٤

١٢/١٩٩٨٧٨

١٠/٠٠٠٠٠٠

٢/١٩٩٨٧٨ من الانساب = ١٥٨/٤ = مقدار الوتر

(تنبيهان)

(الاول) اذا كان محل القيام ومحل الوصول يوجدان على خط نصف نهار واحد أى ان طولهما متساوى فيكون الاتجاه على سمت الشمال أو الجنوب حسب توجه السفينة ان كان لجهة الشمال أو الجنوب والمسافة بينهما تساوى لفرق العرضين واذا وجد المكانان على خط موازى لخط الاستواء اعنى يكون عرضهما متساويا فيؤخذ أحد العرضين من درج جداول المثلث القائم الزاوية ويؤخذ فرق الطول من خانة الوتر والعدد الذى يوجد فى خانة فرق العرض يكون مساويا للمسافة وأما اذا كانا المكانان يوجدان على خط الاستواء فحينئذ يكون درج العروض مساويا لدرج الاطوال ولا يختلف درج العروض عن درج الاطوال فى القياس الا من ابتداء الدرجة السادسة من العروض وبهذا السبب يكون فرق الطولين يساوى للمسافة بين المكانين المذكورين

(الثاني) ان مقدار الانحراف الذي صار استخراجه فهو انحراف صحيح ولاجل تحويله الى انحراف البوصلة يطرح منه مقدار الانحراف بعكس ما تقدم

(مسائل التمرين)

(الاولى) اذا كان عرض محل القيام ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرقي واتجاه السفينة ٩ درجات شمال مشرق وانحراف البوصلة ٦ درجات غربي وسير السفينة ٤٠٠ ميلا والمطلوب عرض وطول محل الوصول (فالجواب) يصير عرض محل الوصول ٣٧ درجة و ٥١ دقيقة شمالي وطول الوصول يساوي طول القيام

(الثانية) اذا كانت السفينة على خط الاستواء وطول محلها ٦ درجات شرق واتجاه السفينة على المغرب الصحيح وقطعت ١٢٠٠ ميلا والمطلوب عرض وطول محل السفينة (فالجواب) يصير عرض محل الوصول مساويا صفر درجة وطول محل الوصول ١٤ درجة غربي

(الثالثة) اذا كان عرض محل القيام ٣٦ درجة شمالي والطول ٦ درجات و ٣٠ دقيقة غربي واتجاه السفينة على المغرب الصحيح وقطعت ١٠٠٠ ميل والمطلوب عرض وطول محل الوصول (فالجواب) عرض الوصول يساوي لمقدار عرض القيام وطول محل الوصول يساوي ٢٧ درجة و ٤٠ دقيقة غربي

(الرابعة) اذا كان عرض محل القيام ٣٥ درجة و ٥٠ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرقي وعرض الوصول ٣٥ درجة و ٥٠ دقيقة شمالي وطول الوصول ١٤ درجة و ٣٠ دقيقة شرقي والمطلوب المسافة بينهما والاتجاه (فالجواب) يصير الاتجاه على المغرب الصحيح والمسافة تساوي ٧٤٧ ميلا

(الخامسة) اذا كان عرض محل القيام ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة ٥٣ دقيقة شرقي وعرض الوصول ٣٦ درجة و ٣٠ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرقي والمطلوب البعد والاتجاه (فالجواب) يصير الاتجاه على الشمال الصحيح والمسافة تساوي ٣٠٩ من الاميال

(السادسة) اذا كان عرض محل القيام ٨٠ درجه شمالي والطول ٥ درجات و ٣٠ دقيقة شرقي وعرض الوصول ٨٠ درجة شمالي والطول ٦ درجات و ٣٠ دقيقة غربي والمطلوب البعد والاتجاه (فالجواب) يكون الاتجاه على المغرب الصحيح والمسافة تساوي ١٢٥ ميلا

(في معرفة محل السفينة على الخريطة بواسطة اتجاهين يؤخذان من محل معلوم مكانه وعرض وطول محله)*

٧٣ هذا العمل تقدم في بند (٥٥) بواسطة الاجراء بالمسطرة المتوازية ذات الدرج ولنبين الآن استخراجه بجماهيل المثلث المتكون من خط اتجاه السفينة وخطي الاتجاهين المأخوذين من المحل المعلوم مقدار عرض وطول محله بالبر (مثال ذلك) اذا كانت السفينة بالقرب من جزيرة رودس التي عرضها يساوي ٣٦ درجة و ٢٩ دقيقة شمالي والطول ٢٨ درجة و ١٤ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج ثم اخذ اتجاه فنار الجزيرة المذكورة بواسطة البوصلة وجد ٣٧ درجة شمال مشرق ثم صار مرور السفينة على اتجاه ٦١ درجة شمال مشرق وبعد مرور مقدار ١٢ ميلا صار اخذ اتجاه الفنار المذكور مرة ثانية فوجد ١٣ درجة في زاوية شمال مغرب وكان انحراف البوصلة ٧ درجات غربي والمطلوب معرفة موقع السفينة

(صورة العمل)

مطلوب تصحيح الاتجاه الاول

′	°	
٠٠	٣٧	اتجاه شمال مشرق
٠٠	٠٧	انحراف غربي
٠٠	٣٠	اتجاه صحيح شمال مشرق

مطلوب تصحيح الاتجاه الثاني

′	°	
٠٠	١٣	اتجاه شمال مغرب
٠٠	٠٧	انحراف غربي
٠٠	٢٠	اتجاه صحيح شمال مغرب

مطلوب تصحيح اتجاه السفينة

′	°	
٠٠	٦١	اتجاه شمال مشرق
٠٠	٠٧	انحراف غربي
٠٠	٥٤	اتجاه صحيح شمال مشرق

وبيان ذلك

نرمز لموقع الفنار بحرف (أ) ونرسم منها زاوية تساوي ٣٠ درجة جنوب

مغرب ثم نرسم أيضا من نقطة (أ) زاوية أخرى تساوي ٢٠ درجة في زاوية جنوب مشرق ونضع المسطرة المتوازية على اتجاه شمال مشرق ونجعل خط نصف النهار قاطعا في ٤٥ درجة ونحرك المسطرة بالتوازي الى ان تقطع خطي الاتجاهين الاولين وتكون المسافة بينهما تساوي ١٢ ميلا ونرسم خط نحو يقطع خطي الاتجاهين المذكورين فيحدث من ذلك مثلث أ ب ج ويكون ضلع ب ج يساوي ١٢ ميلا ثم نستخرج زواياه الثلاثة بالعمل الآتي كما في شكل (٢٥)

ولاستخراج زاوية ب أ ج يقال حيث كانت زاوية الاتجاه الاول تساوي لزاوية ع أ ج بالتبادل وزاوية ب أ ع تساوي لمقدار الاتجاه الثاني فيصير مجموع مقداري الاتجاه الاول والثاني يساوي زاوية ب أ ج واذا طرحنا مقدار الاتجاه الاول من زاوية اتجاه السفينة يصير الباقي مقدار زاوية أ ح ب واذا طرحنا مجموع زاويتي ب أ ح و ب ح أ من ١٨٠ درجة يصير الباقي مساويا بالزاوية أ ب ح الثالثة وحيث علم في المثلث ضلع ب ح وزواياه الثلاث فنستخرج ضلع أ ب بالمناسبة الآتية نسبة جا زاوية ب أ ح : ضلع ب ح ١٢ : : جا مقدار زاوية أ ح ب : ضلع أ ب كما تقدم في بند (٧٢) واذا أنزلنا من نقطة ب عمودا على خط نصف النهار المار بنقطة الفنار فيحدث مثلث جنوب مشرق ويكون معلوم فيه زاوية الاتجاه ٢٠ درجة والضلع أ ب والزاوية القائمة وبواسطة المعلومات الثلاثة نستخرج فرق العرض وفرق الطول كما تقدم

صورة العمل

مطلوب زاوية ب أ ح	مطلوب الزاوية أ ح ب
°	°
ب أ ع = ٢٠	ل ح ب = ٥٤
ع أ ح = ٣٠	ل ح أ = ٣٠
ب أ ح = ٥٠	أ ح ب = ٢٤

مطلوب الزاوية ا ب ح

ه

ب ا ح = ٥٠

ا ح ب = ٢٤

= ٧٤

مجموع زوايا المثلث ١٨٠

ا ب ح = ١٠٦

مطلوب ضلع ا ب

٩٫٨٨٤٢٥٤ جا ٥٠ درجة

١٫٠٧٩١٨١ انساب ١٢

٩٫٦٠٩٣١٣ جا ٢٤

١٠٫٦٨٨٤٩٤

٩٫٨٨٤٢٥٤

٠٫٨٠٤٢٤٠ من الانساب

٦٫٤ = ضلع ا ب

ولاستخراج فرق العرض يؤخذ درجة ٢٠ من جداول المثلث القائم الزاوية ويؤخذ مقدار ٦٫٤ من خانة الوتر فينتج فرق العرض ٦٫٠ والتباعد ٢٫٢ وبه نستخرج عرض الوصول هكذا

٣٦٫٣٩٫٠٠	عرض قيام شمالي	٣٦٫٣٩٫٠٠	عرض قيام شمالي
٠٫٠٥٫٣٦	فرق عرض جنوبي	٣٦٫٣٣٫٢٤	عرض السفينة شمالي
٣٦٫٣٣٫٢٤	عرض محل السفينة شمالي	٧٣٫١٢٫٢٤	يكون العرضين
		٣٦٫٣٦٫١٢	نصف مجموع العرضين

مطلوب منتصف العرضين

ولاجل استخراج فرق الطول يؤخذ درج منتصف العرضين من جداول المثلث القائم الزاوية ويؤخذ مقدار التباعد من خانة فرق العرض فنجد في خانة الوتر عدد ٣ يساوي لفرق الطول وبعد ذلك نستخرج طول محل السفينة هكذا

١٤	٢٨		طول محل الفنار شرق
٠٣	٠٠		فرق طول شرق
١٧	٢٨		طول محل السفينة شرق

مثال

مثال آخر

عرض محل فنار ولينه بجزيرة مالطه يساوي ٣٥ درجه و ٥٤ دقيقه شمالي والطول ١٤ درجه و ٣١ دقيقه شرق نصف نهار غرنويج ثم صار اخذ اتجاه الفنار المذكور من البوصلة فوجد ٣٥ شمال مغرب ثم سارت السفينة على اتجاه ٦٠ درجة شمال مغرب وبعد مرورها ١٠ اميال جرى أخذ اتجاه الفنار مرة ثانية فوجد ١٠ درجات شمال مشرق وانحراف البوصلة ١٠ درجات غربي فمطلوب عرض وطول محل موقع السفينة

صورة عمل

مطلوب تصحيح الاتجاه الاول		مطلوب تصحيح الاتجاه الثاني	
° ′		° ′	
٣٥ر٠٠	اتجاه شمال مغرب	١٠ر٠٠	اتجاه شمال مشرق
١٠ر٠٠	انحراف غربي	١٠ر٠٠	انحراف غربي
٤٥ر٠٠	اتجاه صحيح شمال مغرب	٠٠ر٠٠	اتجاه صحيح شمال

مطلوب تصحيح اتجاه السفينة

° ′	
٦٠ر٠٠	اتجاه شمال مغرب
١٠ر٠٠	انحراف غربي
٧٠ر٠٠	اتجاه صحيح شمال مغرب

وطريق العمل ان نرسم من نقطة الفنار زاوية في جنوب مشرق تساوي ٤٥ درجه وحيث ان الاتجاه الثاني على الشمال فتوجد السفينة على سمت امتداد الشمال ثم نضع المسطرة المتوازية في زاوية شمال مغرب بحيث يكون خط نصف النهار قاطعا في ٧٠ درجه ونحرك المسطرة الى ان تقطع خطي الاتجاهين وتكون المسافة بينهما تساوي ١٠ اميال ونرسم خطا آخر يقطع خطي الاتجاه الاول والثاني فمن ذلك يحدث مثلث يكون معلوم فيه احد اضلاعه وزواياه الثلاث فنستخرج فرق العرض والتباعد وفرق الطول كما تقدم ومنه نستخرج عرض وطول موقع السفينة كما هو موضح في شكل (٢٥)

وحيث كانت زاوية الاتجاه الاول تساوى ٤٥ درجه فاذا طرحت من ٧٠ درجه مقدار اتجاه السفينة يصير الباقى ٢٥ درجه يساوى لزاوية المثلث أ ب حـ وزاوية أ تساوى ٤٥ درجه ومجموعهما يساوى ٧٠ درجه فنطرح من ١٨٠ درجه يصير الباقى ١١٠ درجات مقدار زاوية أحـ ب الثالثة وحيث كان ضلع ب حـ يساوى ١٠ أميال فنستخرج ضلع أ حـ كما تقدم هكذا

٩/٨٤٩٤٨٥ جا ٤٥ درجة
١٠/٠٠٠٠٠٠ انساب نصف قطر
٩/٦٢٥٩٤٨ جا ٢٥ درجه
١٩/٦٢٥٩٤٨
٩/٨٤٩٤٨٥
٠/٧٧٦٤٦٣ من الانساب = ٦ = أحـ

وحيث كانت السفينة على خط الشمال وقت أخذ الاتجاه الثانى فيكون مقدار أ جـ المساوى ٦ أميال هو فرق العرض فيطرح من عرض القيام ينتج عرض الوصول ثم نستخرج فرق الطول وبعده نستخرج طول محل السفينه هكذا

	ق
٣٥/٥٤	عرض قيام شمالى
٠٠/٠٦	فرق عرض جنوب
٣٥/٤٨	عرض محل السفينة شمالى

وأما طول محل السفينة فهو يساوى لطول محل الفنار لانهما على خط نصف نهار واحد

(فى استخراج البعد والاتجاه بين مكانين معلومى العرض والطول)

٧٤ اذا كان المراد معرفة المسافة الكائنة بين محل القيام ومحل الوصول وسمت الاتجاه بينهما فطريق ذلك نطرح عرض أحدهما من الآخر ان كانا من جنس واحد وان كانا مختلفى الجنس نجمع عرضيهما ثم نحول الباقى او الحاصل الى أميال فينتج مقدار فرق العرض وكذلك نطرح طول

احدهما من طول الثاني اذا كانا متحدي الجنس ونجمع ان كانا مختلفين ونحول الحاصل الى دقائق فينتج فرق الطول ثم نرسم مثلثا قائم الزاوية ونجعل احدا ضلاعه مساويا لفرق العرض ونرسم فيه خط التباعد وفرق الطول وبعد ذلك يصير استخراج زاوية الاتجاه والوتر اعني المسافة بمقتضى بند (٧٢)

(مثال ذلك)

اذا كان محل القيام سكندرية وعرضها يساوي ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي وطولها ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وعرض الوصول جزيرة رودس ٣٦ درجة و ٣٩ دقيقة شمالي وطولها ٢٨ درجة و ١٤ دقيقة شرق والمطلوب المسافة بين البلدين المذكورتين وزاوية الاتجاه التي بينهما

(صورة العمل)

مطلوب فرق العرض

ـَ ـٍ

٣١/١١ عرض سكندريه شمالي
٣٦/٣٩ عرض رودس شمالي

٥/٢٨
٦٠

٣٠٠
٢٨

٣٢٨ فرق عرض شمالي

مطلوب فرق عرض سمتي ـَ ـٍ

١٩٧١ عرض سمتي ٣١/١١
٢٣٦٦ شرحه ٣٦/٣٩

٣٩٥ فرق عرض سمتي

مطلوب فرق طول ـَ ـٍ

٢٩/٥٣ طول سكندريه شرق
٢٨/١٤ طول رودس شرق

١/٣٩
٦٠

٦٠
٣٩

٩٩ فرق طول غرب

مطلوب زاوية الاتجاه

١/٩٩٥٦٣٥ أنساب فرق طول ٩٩
١٠/٠٠٠٠٠٠ انساب نق

١١/٩٩٥٦٣٥ يكون
٢/٥٩٦٠٩٧ انساب تزايد فرق عرض ٣٩٥

٩/٣٩٩٠٣٨ ينظر من الظل

ـ ـَ ـٍ

١٥ ١٤ درجة الاتجاه شمال ١٥ ٠٤ مغرب

مطلوب الوتر ٥ ـ ـ

١٠،٠١٣٢٣٠ قا ١٥ ، ٤ ، ٤١

٢،٥١٥٨٧٤ انساب فرق عرض

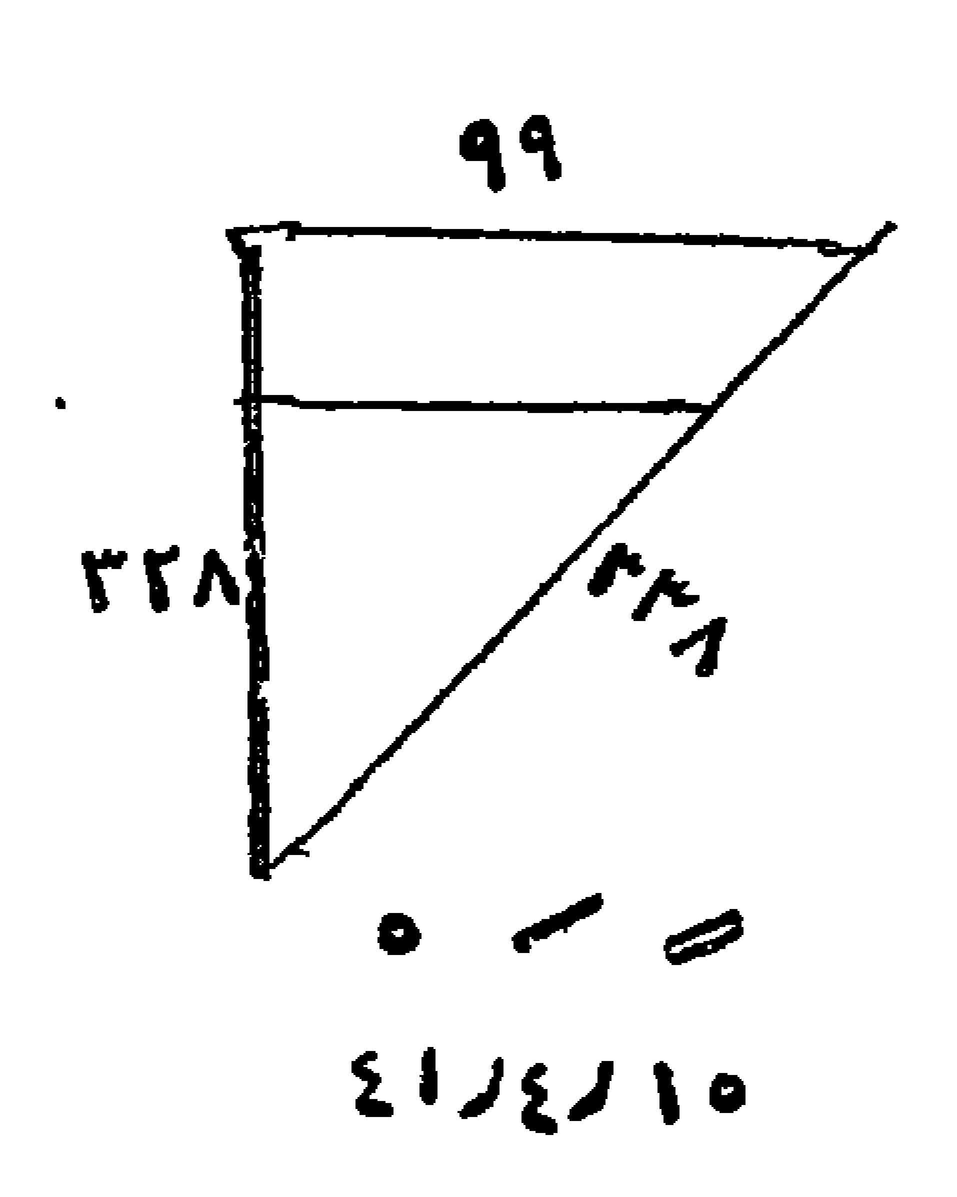
٣٢٨

١٢،٥٢٩١٠٤ يكون

١٠،٠٠٠٠٠٠

٠٢،٥٢٩١٠٤ من انساب العدد

= ٣٣٨ مسافه



(قاعدة ثانيه)

يؤخذ نصف مجموع العرضين ثم ينظر على درجة التنصيف من جداول المثلث القائم الزاوية ويؤخذ فرق الطول من خانة الوتر والذى يوجد فى خانة فرق العرض يكون هو التباعد ثم يقابل فرق العرض بالتباعد من الجداول المذكورة فينتج مقدار الوتر اعنى المسافة ودرجة الاتجاه فاذا لم يوجد مقدار فرق العرض والتباعد بالجداول المذكورة فيؤخذ نصف كل منهما فان لم يوجد مقدار نصفهما فيؤخذ نصف النصف و يبحث عنهما فى الجداول المذكورة والذى ينتج من الوتر يضرب فى اثنين اذا كان أخذ نصف كل واحد منهما مرة واحدة وان كان أخذ نصف نصف كل منهما فيضرب ناتج الوتر فى أربعة ينتج مقدار المسافة

مثال آخر

عرض محل القيام شمالى ٣١ درجه و ١١ دقيقه والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقه شرق ومحل الوصول جزيرة مالطه وعرضها ٣٥ درجة و ٥٤ دقيقه شمالى والطول ١٤ درجه و ٣١ دقيقه شرق والمطلوب مقدار الاتجاه والمسافة التى بينهما

صورة العمل

مطلوب

مطلوب فرق عرض

/ ٥

١١ر٣١ عرض قيام شمالى
٣٥ر٥٤ عرض وصول شمالى

٤ر٤٣
٦٠
٢٤٠
٤٣
٢٨٣ فرق عرض شمالى

مطلوب تزايد فرق عرض

/ ٥

١٩٧١ تزايد عرض ١١ر٣١
٢٣١١ شرحه ٣٥ر٥٤

٣٤٠ تزايد فرق عرض

مطلوب المسافة

١٠ر٤٦٠٩٤٨ قا اتجاه =

// / ٥

٦٩ر٤٥ر٣٠

٢ر٤٥١٧٨٦ انساب فرق عرض
اصلى ٢٨٣

١٢ر٩١٢٧٣٤
١٠ر٠٠٠٠٠٠ نق
٢ر٩١٢٧٣٤ من انساب العدد
= ٨١٨ المسافه

مطلوب فرق طول

/ ٥

٢٩ر٥٢ طول قيام شرق
١٤ر٣١ طول وصول شرق

١٥ر٢٢
٦٠
٩٠٠
٢٢
٩٢٢ فرق طول غرب

مطلوب الاتجاه

٢ر٩٦٤٧٣١ أنساب فرق طول
٩٢٢

١٠ر٠٠٠٠٠٠ نق

١٢ر٩٦٤٧٣١
٢ر٥٣١٤٧٩ انساب تزايد فرق
٣٤٠ عرض

١٠ر٤٣٣٢٥٢ من الظل

// / ٥

= ٣٠ ٤٥ ٦٩ الاتجاه

٩٢٢
٢٨٣
٨١٨

// / ٥

٣٠ ٤٥ ٦٩

(مسائل تحل بواسطة علم المثلثات المستقيمة الاضلاع)

(المسئلة الاولى) المراد معرفة ارتفاع اى شئ مامثل عمود او برج بواسطة السكستان

لنفرض ان المطلوب ارتفاع البرج ب سه والراصد كان فى نقطة أ كما فى شكل (٢٧) فطريق ذلك ان ينظر الراصد الى نهاية البرج من اعلى وذلك بعد وضع صفر عضاضة السكستان على صفر القوس ثم يحرك العضاضه الى ان يرى نهاية طرفه الاعلى مماسا للافق ثم تقاس المسافه بين محل الراصد وموقع البرج المذكور وقد فرضنا زاوية الارتفاع تساوى ٣٢ درجة و ١٤ دقيقه والمسافة بين محل الراصد وموقع البرج تساوى ١٤٢ مترا ولاجل استخراج ارتفاع ذلك البرج يقال فى مثلث أ ب سه القائم الزاوية ان احد اضلاع القائمة يساوى للضلع الثانى مضروبا فى ظل الزاوية المقابلة للضلع الاول هكذا ب سه = أ سه × ظا زاوية سه أ ب (أو) ب سه = ١٤٢ مترا × ظا ٣٢ درجة و١٤ دقيقة وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى يؤخذ انساب ١٤٢ مترا ويضم عليه انساب ظا ٣٢ درجه و١٤ دقيقه و يطرح من المجموع نصف القطر وينظر على الباقى من انساب العدد ينتج ارتفاع البرج المذكور

(صورة العمل)

٢٫١٥٢٢٨٨ انساب ١٤٢ مترا
٫٧٩٩٧١٧ ظا ٣٢ درجة و١٤ دقيقة
١١٫٩٥٢٠٠٥ يكون
١٠٫٠٠٠٠٠٠ نصف القطر ع
٠١٫٩٥٢٠٠٥ من الانساب = ٨٩٫٥ مترا طول ارتفاع البرج

(المسئلة الثانية) المراد معرفة محل نقطة بالبحر لاجل ان يوضع بها انشان يكون متباعدا عن محل سفينة راسية فى البحر بقدر ٢٠٠٠ مترا وطريق ذلك ان يصير اولا قياس طول صارى السفينة من نهايته العليا الى سطح

السفينة ويضاف عليه مقدار ارتفاع سطح السفينة عن سطح البحر ولنفرض ان مجموعهما يساوى ٩٠ مترا فاذا علم ذلك فيصير استخراج مقدار الزاويه المقابلة لمجموعهما وهو أن يقال ظل الزاوية الحادة في المثلث القائم الزاوية يساوى لمقدار الضلع المقابل لها مقسوما على الضلع الثانى اعنى يؤخذ انساب ٩٠ مترو يضم عليه نصف القطر و يطرح من المجموع انساب المسافة ٣٠٠٠ مترا و ينظر على الباقى من انساب الظل ينتج مقدار الزاوية المطلوبة ومتى علم مقدارها يتوجه احد الضباط فى فلوكه الى جهة موضع النشان المذكور وكلما بعد عن السفينة ينظر بالسكستان الى ارتفاع صارى السفينة من اعلاه الى سطح البحر وهكذا حتى يجد مقدار ارتفاع الصارى يساوى لمقدار الزاوية التى جرى استخراج مقدارها فى الاوّل ومتى وجد ذلك يضع النشان فى ذلك المحل وبيانه كما فى شكل (٢٨)

وأما اذا كان المطلوب وضع نشان بالبحر يكون متباعدا عن طابية بالبر بمقدار ١٨٠٠ مترا مثلا فطريق ذلك ان يتخذ الراصد اوّلا نقطة بالبر تكون بعيدة عن محل الطابية بمقدار معلوم وليكن ٣٠٠ مترا ثم يصير وضع البوصلة بالطابية وينظر فيها الى اتجاه النقطة التى صار وضعها ببعد ٣٠٠ متر وبعد ذلك يصير استخراج مقدار الزاويه المقابلة لمسافة ٣٠٠ مترا كما سبق ثم يتوجه احد الضباط فى فلوكة ويتجه على الاتجاه الذى يوجد عمودا على الاتجاه الذى وجد بين الطابية والنقطة الثانية ولا يزال سائرا بالفلوكه على ذلك الاتجاه وكلما بعد عن الطابية ينظر من البوصلة الى اتجاه الطابية واتجاه النقطة الثانية وهكذا حتى يجد المسافة بينهما تساوى مقدار الزاوية التى جرى استخراج مقدارها سابقا ومتى وجد ذلك يضع بذلك المحل النشان المذكور

(صورة العمل فى المثال الاول)

١٫٩٥٤٢٤٣ انساب ٣٠ مترا
١٠٫٠٠٠٠٠٠ أنساب نصف القطر

١١٫٩٥٤٢٤٣ يكون
٣٫٣٠١٠٣٠ انساب ٢٠٠٠ مترا

٨٫٦٥٣٢١٣ من الظل =

″ ′ °
٣٠ ٣٤ ٢ ٠ مقدار الزاوية المطلوبه

(صورة العمل فى المثال الثانى)

٢٫٤٧٧١٢١ انساب ٢٠٠ متر
١٠٫٠٠٩٠٠٠ انساب نصف القطر

١٢٫٤٧٧١٢١ يكون
٣٫٢٥٥٢٧٣ انساب ١٨٠٠ متر

٩٫٢٢١٨٤٨ من الظل =

″ ′ °
٤٥ ٢٧ ٤٥ = الزاويه المطلوبه

(المسئلة الثالثة) أحد السفائن اذا كانت محافظة على سفينة أخرى وهما متوجهان على سمت اتجاهين متوازيين بشرط ان تكون احدهما بعيدة عن الاخرى بقدر ٥٠٠ باردة وأن يكون سيرهما دائما على البعد المذكور وطريق ذلك أن يصير أولا قياس طول صارى السفينة المحافظ عليها من نهاية طرف الصارى الاعلى الى سطح البحر مثلا وجدناه (١٩٨) قدما وحيث علم ذلك فيصير استخراج مقدار الزاوية المقابلة لطول ذلك الصارى فاذا علمنا مقدار هذه الزاوية فيلزم أن يؤخذ ارتفاع صارى السفينة فى كل وقت بواسطة أحد ضباط السفينة المحافظة ويكون مقدار درج الارتفاع دائما يساوى لمقدار الزاوية التى جرى استخراج مقدارها أولا واذا وجدنا زاوية الارتفاع أكبر من مقدار الزاوية الاولى فيعلم ان السفينة تكون قربت من سفينته فيتباعد عنها حتى يجد زاوية ارتفاع الصارى تساوى لمقدار الزاوية الاولى وتصير المداومة على هذا العمل الى أن يصير الوصول الى المحل المطلوب) وبيانه كما فى شكل (٢٩)

صورة العمل

٢٫٢٩٦٦٦٥ انساب ١٩٨ قدما
١٠٫٠٠٠٠٠٠ انساب نصف القطر

١٢٫٢٩٦٦٦٥ يكون
٣٫١٧٦٠٩١ انساب ١٥٠٠ قدما = ٥٠٠ باردة

″ ′ °
٩٫١٢٠٥٧٤ من الظل = ١٥ ٣١ ٠٧ مقدار الزاوية المطلوبة

المسئلة

(المسئلة الرابعة) المراد معرفة المسافة بين نقطة بالبر و بين سفينة كائنة بالبحر مثلا اذا رمزنا للنقطة التى فى البر بحرف (أ) والسفينة فى نقطة س وكان المطلوب معرفة المسافة بين نقطة (أ) ونقطة س فطريق ذلك أن يتخذ الراصد خطا مستقيما بالبر مواجها للسفينة و يضع به علامات على استقامته ثم ان الراصد المذكور يضع السكستان فى يده أفقيا و ينظر الى السفينة و يحرك العضاضة الى أن يرى صورة السفينة منطبقة على الخط المفروض ثم يعد الدرج والدقائق التى وجدت مثلا وجدها ٧٢ درجه و ٤٢ دقيقة ثم ان الراصد يتوجه الى الجهة التى نظر فيها صورة السفينة على الخط المفروض وبعد أن يسير بمقدار معلوم مثلا ٥٠٠ ياردة فى نقطة ى ينظر الى السفينة مرة ثانية و يحرك العضاضة حتى يرى صورة السفينة منطبقة على استقامة الخط المفروض ثم يعد الدرج والدقائق مثلا وجده يساوى ٨٢ درجه و ٥٤ دقيقه فحينئذ يصير طرح ذلك المقدار من ١٨٠ درجة فينتج مقدار زاوية س ى أ المجاورة لها فيجمع مقدارها على مقدار زاوية ٧٢ درجه و ٤٢ دقيقه و يطرح المجموع من ١٨٠ درجة فينتج مقدار ١٠ درجات و ٣ دقائق يساوى زاوية أ س ى ثم يقال فى المثلث أ ى س نسبة جا ١٠٫٣ : ٥٠٠ يارده :: جا ١٥ ٩٧ : س أعنى يضم انساب ٥٠٠ يارده على جا ١٥ ٩٧ و يطرح من المجموع جا ٠٣ ١٠ و ينظر على الباقى من انساب العدد ينتج مقدار البعد بين نقطة (أ) وموقع السفينة و بيانه كما فى شكل (٣٠)

صورة العمل

٢٫٦٩٨٩٠٧	أنساب ٥٠٠ يارده
٩٫٩٩٦٥١٤	جا ١٥ ٩٧
١٢٫٦٩٥٤٨١٤	يكون
٩٫٢٤١٨١٤	جا ٠٣ ١٠
٣٫٤٥٣٦٧٠	من الانساب = ٢٨٤٢ = مقدار المسافة المطلوبة

(المسئلة الخامسة) المراد معرفة ارتفاع أى شئ ما مثل برج أو جبل لا يمكن الوصول اليه

نفرض ان الشئ المراد معرفة ارتفاعه هو سه ى والراصد فى نقطة (ا) والمطلوب معرفة ارتفاع سه ى وبعد المسافة بين محل الراصد وموقع ذلك الشئ وطريق ذلك أن يصير أولا وضع صفر عضاضة السكستان على صفر القوس ثم ينظر الى نهاية الشئ المذكور من جهة الاعلى ويحرك العضاضة الى أن يمس طرفه بسطح الافق مثلا وجد مقدار الزاوية المقابلة له تساوى ٢٦ درجة و ٤٠ دقيقة ثم ان الراصد يبعد عن محله الاول بقدر أمتار معلومة مثلا مقدار ٢٠٠ متر ويأخذ ارتفاع الشئ المذكور مرة ثانية مثلا وجده يساوى ٣٣ درجة و ٣٠ دقيقة ثم يطرح هذا المقدار من ١٨٠ درجة فيصير الباقى ١٤٦ درجة و ٣٠ دقيقة فتضم على زاوية ٢٦ درجة و ٤٠ دقيقة و يطرح المجموع من ١٨٠ درجة فيصير الباقى ٦ درجة و ٥٠ دقيقة وهذا يساوى مقدار زاوية ب س ا ثم يقال نسبة جا ٦ درجة و ٥٠ دقيقة : ٢٠٠ متر :: جا ٢٦ درجة و ٤٠ دقيقة : س ب وبعد استخراج مقدار س ب يركب هذا التناسب نسبة (جا) نصف القطر : ضلع س ب :: جا ٣٣ درجة و ٣٠ دقيقة : س ى مقدار الارتفاع المطلوب ولاجل استخراج المسافة من النقطة الثانية لحد موقع الشئ المطلوب ارتفاعه يقال نسبة جا نصف القطر : ضلع س ب :: جتا ٣٣ درجة و ٣٠ دقيقة : ب ى مقدار المسافة المطلوبة وبيانه كما فى شكل (٣١)

صورة العمل	مطلوب ضلع س ب
٣٠ ٣٣ = س ب ى	٢٫٣٠١٠٣٠ أنساب ٢٠٠ متر
٠٠ ١٨٠	٩٫٦٥٢٠٥٢ جا ٤٠ ٢٦
٣٠ ١٤٦ = زاوية س ب ا	١١٫٩٥٣٠٨٢ يكون
٤٠ ٢٦	
١٠ ١٧٣	٩٫٠٧٥٤٨٠ جا ٥٠ ٠٦
٦٠ ١٨٠	٢٫٨٧٧٦٠٢ من الانساب =
٥٠ ٠٠٦ = زاوية ا س ب	٤٫٧٥٤ = ضلع س ب

مطلوب س ى	مطلوب المسافة ى ب
٢/٨٧٧٦٠٢ انساب ٧٥٤/٤	٢/٨٧٧٦٠٢ انساب ٧٥٤/٤
٩/٧٤١٨٨٩ جا ٣٠ ٣٣	٩/٩٢١١٠٧ جتا ٣٠ ٣٣
١٢/٦١٩٤٩١ يكون	١٢/٧٩٨٧٠٩
١٠/٠٠٠٠٠٠ نق	١٠/٠٠٠٠٠٠ نق
٠٢/٦١٩٤٩١ من الانساب =	٠٢/٧٩٨٧٠٩ من الانساب =
٦/٣ ٧١ مترا رتفاع س ى المطلوب	٦٢٩/١ مترا مقدار المسافة ى ب

(المسئلة السادسة) المراد معرفة بعد المسافة بين محل السفينة التي بالبحر وبين قلعة كائنة بالبر لذلك نفرض ان محل السفينة في نقطة (أ) والقلعة في نقطة ح ولاجل استخراج بعد السفينة عن القلعة المذكورة يؤخذ أولا اتجاه القلعة بواسطة البوصلة فاذا فرض مقدار الاتجاه ٠٠ و ٣٠ شمال مشرق ثم صار تجاه السفينة على سمت الشرق و بعد مرورها عليه بمقدار خمسة أميال مثلا فيؤخذ اتجاه القلعة مرة ثانية مثلا وجدناه ٢٠ درجه شمال مغرب وحيث علم اتجاه القلعة في كل من نقطتي أ (و) ب فيرسم على كاغد خط يساوي خمسة أميال من أي مقياس يفرض و بعد ذلك يطرح مقدار الاتجاه الاول وهو ٣٠ درجه شمال مشرق من ٩٠ درجه ينتج مقدار ٦٠ درجه فيرسم من نقطة (أ) زاوية ح أ ب تساوي ٦٠ درجه وبعد ذلك يطرح مقدار الاتجاه الثاني من ٩٠ درجه ينتج مقدار ٧٠ درجه فيرسم من نقطة ب زاوية تساوي ٧٠ درجة ثم يمد ضلع الزاوية الاولى وضلع الزاوية الثانية حتى يتلاقيا في نقطة ح ثم يجمع مقدار ٧٠ درجة على ٦٠ درجة فيصير الحاصل ١٣٠ درجه و يطرح المجموع من ١٨٠ درجة ينتج مقدار ٥٠ درجه تساوي زاوية ب ح أ الثالثة ثم يقال في المثلث أ ب ح نسبة جا ٥٠ درجه : خمسة أميال :: جا ٦٠ درجه : ضلع ب ح وأيضا نسبة جا ٥٠ درجه : خمسة أميال :: جا ٧٠ درجه :

ضلع ح ا فاذا علم مقدار ضلعى ح ا (و) ح ب فيصير استخراج مقدار العمود النازل من نقطة ح على القاعدة ب ا وهو ح ى ثم يقال نسبة جا ٩٠ درجه : ضلع ب ح :: جا ٧٠ درجه : ح ى وبعد استخراج مقدار العمود ح ى يستخرج مقدار بعد القاعدة ب ى هكذا نسبة جا ٧ درجه : ح ى :: جا ٢ درجه : ب ى ومتى علمت المسافة بين ب (و) ى يمكن مرسى السفينة فى نقطة ى أو نقطة (ا) أو نقطة ب على حسب ما يستراه القبودان السفينة وبيانه كما فى شكل (٣٢)

صورة العمل	
٥	
٣٠	اتجاه اول شمال مشرق
٩	
٦٠	= زاوية ح ا ب
٢٠	اتجاه ثانى شمال مغرب
٩٠	
٧٠	= زاويه ح ب ا
٦٠	= ح ا ب
١٣٠	
١٨٠	
٥٠	= زاويه ب ح ا

مطلوب ضلع ب ح

٠٫٦٩٨٩٧٠	انساب ٥ أميال
٩٫٩٣٧٥٣١	جا ٦٠ درجه
١٠٫٦٣٦٥٠١	يكون
٩٫٨٨٤٢٥٤	جا ٥٠ درجه
٫٧٥٢٢٤٧	من الانساب

= ٦ ر٥ أميال = ضلع ا ح

مطلوب العمود ح ى

٠٫٧٥٢٠٤٨	انساب ٦ ر ٥
٩٫٩٧٢٩٨٦	جا ٧٠ درجه
١٠٫٧٢٥٠٣٤	
١٠٫٠٠٠٠٠	جا نق
٠٠٫٧٢٥٠٣٤	من الانساب

٣ ر٥ ميل = ح ى

مطلوب القطعه ب ى

٠٫٧٥٢٠٤٨	انساب ٥و٦
٩٫٥٣٤٠٥٢	جا ٢٠
١٠٫٢٨٦١٠٠	
١٠٫٠٠٠٠٠٠	جا نق
٠٫٢٨٦١٠	من الانساب =

٩ ر١ ميل = ب ى

(المسئلة السابعة) سفينة وجدت قريبا من ساحل البر وكان موجودا فيه قلعتان احداهما مرموز لها بحرف ب والثانية بحرف ح وكانت السفينة في نقطة (أ) والمراد معرفة البعد بين هاتين القلعتين والمسافة بين محل السفينة وكل قلعة منهما

فطريق ذلك أن يؤخذ بالبوصلة اتجاه كل من القلعتين فاذا فرضنا ان اتجاه القلعة التي في نقطة ب يساوي ٢٠ درجه شمال مغرب والثاني يساوي ٣٠ درجه شمال مشرق ثم صار مرور السفينة على سمت اتجاه موازيا للساحل الذي بين القلعتين ووجد مثلا على سمت المشرق وبعد مرور السفينة مقدارا من الاميال كاربعة أميال جرى أخذ اتجاه القلعتين المذكورتين مرة ثانية ووجد اتجاه القلعة التي في نقطة ب يساوي ٥٠ درجة شمال مغرب واتجاه القلعة الثانية يساوي ٥ درجة شمال مغرب وحيث علمت مقادير تلك الاتجاهات نرسم على كاغد خطا مستقيما ثم يصير تقسيمه الى جملة أقسام متساوية باعتبار كل قسم يساوي ميلا واحدا ونقسم أحد الاقسام الى عشرة أقسام متساوية ونجعل أجزاء الكسور والميل وبعد ذلك نرسم خط أ هـ ويؤخذ عليه مقدار أربعة أقسام اعني أربعة اميال ثم نرسم من نقطة (أ) زاوية تساوي ٢٠ درجه شمال مغرب ونرسم أيضا زاوية تساوي ٣٠ درجه شمال مشرق ونرسم أيضا من نقطة هـ زاوية تساوي ٥٠ درجه شمال مغرب وكذلك نرسم زاوية أخرى تساوي ٥ درجة وبعد ذلك نمد أضلاع الزوايا المذكورة حتى تتلاقى كل ضلعين في نقطة فيحدث التقاطع في نقطة ب (و) ح ثم يقاس بالبرجل المسافة التي بين النقطتين ب (و) ح وكذلك تقاس المسافة التي بين نقطة أ (و) ح (و) هـ (و) ح ويؤخذ هذا القياس من أقسام المقياس المفروض ومنه يعلم مقادير الابعاد المطلوبة وبيانه كما في شكل ٢٣)

(المسئلة الثامنة) ثلاث نقط معلوم أماكنها بالبر والمسافة التي بين كل نقطة والاخرى وقد وجد محل آخر بعيدا عنهم والمراد معرفة بعد ذلك المحل عن كل نقطة من النقط المذكورة

وطريق ذلك نرمز للنقط المفروضة أوّلا بحروف ا (و) ب (و) س وللمسافة الموجودة بين نقطتي ا (و) ب بمقدار خمسة أميال والمسافة بين نقطتي ب (و) س تساوي ستة أميال والمسافة بين نقطتي ا (و) س تساوي سبعة أميال وفرضنا ان مكان الراصد في نقطة ح والمراد معرفة الابعاد بين نقط ح (و) ا (و) ب (و) س الثلاثة لذلك يصير استخراج مقدار زاويتي ب ح ا (و) ب ح س سواء كان ذلك بواسطة السكستان أو بواسطة البوصلة وفرضنا مقدار زاويه ا ح ب ٢٧و٢٦ وزاويه ب ح س تساوي ١٢ ٣٤ ولحل هذه المسئلة يتوهم رسم محيط دائرة تكون مارة بنقطة ا (و) س (و) ح الثلاثة فيقطع هذا المحيط خط ب ح في نقطة ى فنصل خطي ى ا (و) ى س فتكون زاوية ا ح ى تساوي زاوية ى س ا لان مقياس كل منهما نصف قوس ا ى وأيضا زاوية ى ح س تساوي زاوية ى ا س وحيث كانت زاوية ى س ا تساوي ٢٧و٢٦ وزاويه ى ا س تساوي ١٢و٣٤ فيصير مجموعهما يساوي ٣٩ ٦٠ وبطرح ذلك المقدار من ١٨٠ درجه يصير الباقي ٢١ ١١٩ وهو مقدار زاوية ا ى س وحيث كان في مثلث ا ى س ضلع ا س يساوي سبعة أميال ومعلوم زواياه الثلاث فيصير استخراج ضلعي ا ى (و) ى س وأيضا في مثلث ب ا س حيث ان أضلاعه الثلاثة معلومة فيصير استخراج زواياه كما تقدم ذلك في علم المثلثات المستقيمة الاضلاع لاننا اذا فرضنا ان نصف مجموع الاضلاع تساوي ح فيصير استخراج احدى زواياه المرموز لها بحرف ا هكذا

$$\text{جا}\ \frac{١}{٢}\ \text{ا} = \sqrt{\frac{(\text{ح} - \text{اب})\ (\text{ح} - \text{اس})}{\text{اب} \times \text{اس}}}$$

وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمي فيؤخذ انساب التفاضل بين ضلع اب ونصف مجموع

الاضلاع ثم يؤخذ انساب التفاضل بين ضلع ا سه ونصف مجموع الاضلاع
ويضم الاول على الثانى ثم يؤخذ انساب ضلع اب وانساب ضلع اسه
ويضم احدهما على الثانى ويطرح المجموع الثانى من المجموع الاول
ويؤخذ نصف الباقى وينظر عليه من خانة الجيب ينتج نصف مقدار زاوية
(ا) فيصير تضعيفها وبمثل ذلك يصير استخراج زاوية ب سه ا فاذا
علمنا مقدار زاوية ب ا سه فنطرح منها مقدار زاوية د ا سه ينتج
مقدار زاوية ب ا د المحصورة بين ضلعى ا ب (و) ا د المعلومين ثم
نستخرج مقدار زاوية ا ب د وذلك أن يقال فى المثلث ا ب د نسبة
مجموع الضلعين اب (و) ا د : تفاضلهما :: ظل نصف مجموع الزاويتين
اب د (و) ا د ب : ظل تفاضلهما كما هو مقرر فى علم المثلثات المستقيمة
الاضلاع واذا علم مقدار التفاضل بين الزاويتين ومجموعهما فيصير استخراج
مقدار كل واحدة منهما وبعد استخراج مقدار زاوية ا ب د يضم ذلك
على مقدار زاوية ا حـ د ويطرح المجموع من ١٨٠ درجة ينتج
مقدار زاوية ب ا حـ وبمثل ذلك يصير استخراج مقدار زاوية د ب سه
وزاوية ب سه حـ فاذا علم ذلك فيصير استخراج مقادير المسافات ا حـ و حـ ب
و حـ سه بالعمل الآتى كما فى شكل (٣٤)

صورة العمل

زوايا	مطلوب ضلع اد
٥ ـَ	٥ ـَ
ب حـ ا = د سه ا = ٢٧ ٢٦	٩٫٩٤٠٢٣٨ جا ٢١ ١٩ ١،
ب حـ سه = د ا سه = ١٢ ٣٤	٠٫٨٤٥٠٩٨ لو عدد ٧
	٥ ـَ
المجموع ٣٩ ٦٠	٩٫٢٤٨٧٦٦ جا ٢٧ ٢٦
١٨٠ ٠٠	١٠٫٢٩٣٨٦٤ يكون ـَ ٥
	٩٫٩٤٠٢٣٨ جا ١١٩ ٢١
ب حـ سه = ٢١ ١١٩	٠٫٣٥٣٦٢٦ لونظر = ٢٫٥٨

مطلوب ضلع د سه
- ٥
٩٫٩٤٠٣٣٨ جا ٢١ ١١٩
٠٫٨٤٥٠٩٨ لوعدد ٧ - ٥
٩٫٧٤٩١٠١ جا ١٢ ٣٤
١٠٫٥٩٤٨٩٩ يكون - ٥
٩٫٩٤٠٣٣٨ جا ٢١ ١١٩
٠٫٦٥٤٥٦١ لونظر = ٤٫٥١

مطلوب زاوية ب اسه
٦ = ضلع ا ب
٠٫٦٩٨٩٧٠ لوعدد ٥ = ضلع ب سه
٠٫٨٤٥٠٩٨ لوعدد ٧ = ضلع اسه
١٫٥٤٤٠٦٨ ١٨ = مجموع الأضلاع
٩ = نصف المجموع
٥ = ضلع اسه
٠٫٦٠٢٠٦٠ لو ٤ = باقي أول ونصف مجموع الاضلاع
٧ = ضلع اسه
٠٫٣٠١٠٣٠ لو ٢ = باقي ثاني
٠٫٩٠٣٠٩٠ = مجموع ثاني
٢٠٫٠٠٠٠٠٠ = نصف قطر
٢٠٫٩٠٣٠٩٠
١٫٥٤٤٠٦٨ = مجموع أول
١٩٫٣٥٩٠٢٢ باقي
٩٫٦٧٩٥١١ نصف الباقي

ينظر من الجيب =
٥ / //
٣٠ ٣٣ ٢٨ = نصف الزاوية
٣٠ ٣٣ ٢٨
٠٠ ٠٧ ٥٧ = زاوية ب ا س

مطلوب زاوية ب ا د
٥ / //
٠٠٫٠٧٫٥٧ = زاوية ب ا س
٠٠٫١٢٫٣٤ = زاوية د ا س
٠٠٫٥٥٫٢٢ = زاوية ب ا د

مطلوب زاوية ا ب د
٥ / //
٠٠٫٥٥٫٢٢ زاوية ب ا د
٠٠٫٠٠٫١٨٠
٠٠٫٠٥٫١٥٧ = مجموع ا ب د
ب ا د ×
٣٠٫٣٢٫٧٨ نصف المجموع
٠٫٩٣٣٤٨٧ لوعدد ٨٫٥٨٥
٠٫١٠٢٢٨٨ لوعدد ٣٫٥٨٠٥ =
٤٢٫١ = // / ٥
١٠٫٦٩٣١٥٧ ظا ٣٫٣٢٫٧٨
١٠٫١٦٥٤٤٥
٠٫٩٣٣٤٨٧
٩٫٩١١٩٥٨ ظا نظر

ر ٥

١٤ ٣٩ نصف الزاوية

١٤ ٣٩

٢٨ ٧٨ = مقدار التفاضل

٠٥ ١٥٧

٣٣ ٢٢٥ الجموع ونصفه

٣٠ ٤٦ ١١٧ = زاوية أ ى ب

مطلوب زاوية أ ب ى

ر ٥

٠٥ ١٥٧ مجموع زاويتي أ ب ى و أ ى ب

٢٨ ٧٨ مقدار التفاضل

٣٧ ٧٨ = الباقي

٣٠ ١٨ ٣٩ نصف الباقي = زاوية أ ب ى

مطلوب زاوية ب أ ج

ر ٥

٢٦،٢٧،٠٠ = زاوية أ ج ى

٣٩،١٨،٣٠ = زاوية أ ب ى

٦٥،٤٥،٣٠

١٨٠،٠٠،٠٠

١١٤،١٤،٣٠ = زاوية ب أ ج

مطلوب ضلع أ ج ر ٥

٩،٦٤٨٧٦٦ جا ٢٧ ٢٦

٠،٦٩٨٩٧٠ انساب عدد ٥

ج ر ٥

٩،٨٠١٧٤٢ جا ٣٠ ١٨، ٣٩،

١٠،٥٠٠٧١٢

٩،٦٤٨٧٦٦

٠،٨٥١٩٤٦ من الانساب = ٧،١ = ضلع أ ج

مطلوب ضلع ب ج ر ٥

٩،٦٤٨٧٦٦ جا ٢٧ ٢٦

٠،٦٩٨٩٧٠ انساب عدد ٥

ج ر ٥

٩،٩٥٩٩١٠ جا ٣٠، ١٤، ١٤، ١١٤

١٠،٦٥٨٨٨٠

٩،٦٤٨٧٦٦

١،٠١١٤ من انساب العدد ١٠،٢ ميل = ضلع ب ج

ويمثل ما تقدم يصير استخراج زاوية ى ب س فيوجد ٣٩ درجه و ٨ دقائق ثم يصير استخراج المسافة ج س هكذا

٩،٧٤٩٨٠١ جا ١٢ ٣٤

٠،٧٧٨١٥١ انساب عدد ٦ ميل

٠،٨٠٠١١٧ جا ٨،٣٩

١٠،٥٧٨٢٦٨

٩،٧٤٩٨٠١

٠،٨٢٨٤٦٧ ينظر من الانساب

٧ ،٦ ميل

(فى كيفية اعمال جرنال سفرية السفينه)

٤٧ حيث كان من الوجوب على كل قبودان تحرير جرنال سفرية السفينة وانتقالها من مكان الى مكان آخر فالجرنال المذكور يكون مشتملا على عدد اميال سير السفينة فى كل ساعة وعلى اتجاه طريق السفينه وسمت اتجاه الهواء ومقدار سقوط السفينة من اعتدالها الاصلى وانحراف البوصله وعلى جميع الوقوعات التى تحصل فى مدة كل يوم (وكيفية) عمل الجرنال المذكور ان يتخذ صحيفتان من الورق ويصير تقسيم الصحيفة الاولى الى جملة خانات الاولى يحرر بها الساعات والثانية يحرر بها كسور الاميال والثالثة اعدد اميال مسير السفينة فى كل ساعة والرابعة يحرر بها سمت اتجاه السفينة والخامسة لسمت اتجاه الهواء والسادسة لمقدار سقوط السفينة والسابعة لمقدار الانحراف وما بقى من الصحيفة يكتب فيه الظهورات والوقوعات التى تحصل فى مدة اليوم المذكور وكذلك يصير تقسيم الصحيفة الثانية الى خانات الاولى تجعل لكسور الاميال والثانية لمجموع عدد اميال كل اتجاه والثالثة لتصحيح سمت اتجاه السفينة والرابعة لمقدار الدرج والدقائق لكل اتجاه ثم يرسم اربعة خانات أخر يكتب عليها شمال جنوب شرق وغرب وبعد ذلك يؤخذ درج ودقائق كل اتجاه بعد التصحيح من جداول المثلث القائم الزاوية وايضا الاميال الموجودة بخانة الوتر ويؤخذ عدد فرق العرض والتباعد ويحرر كل منهما تحت جنسه وبعد تمام جميع الاتجاهات يصير جمع الاعداد التى توجد تحت الشمال والتى تحت الجنوب ويطرح الاقل من الاكثر والباقى يجعل لفرق العرض ثم يصير جمع الاعداد التى توجد تحت الشرق والاعداد التى تحت الغرب ويطرح الاقل من الاكثر ويجعل الباقى لمقدار التباعد ثم يرسم مثلث قائم الزاوية على حسب ما يوجد من فرق العرض والتباعد وبواسطة مقدارى فرق العرض والتباعد يصير استخراج مقدار الزاوية ومقدار الوتر وفرق الطول وبواسطة اميال فرق العرض ودقائق فرق الاصول يستخرج عرض الوصول وطول الوصول وحيث كان عرض وطول الوصول هما ناتجان من سير السفينة فان مقدارهما يكون نتقريبا او فيه شئ بسبب حدوث شدة الرياح والامواج

وبذلك لا يصير ضبط الحساب جيدا ويلزم استخراج العرض الصحيح والطول واستخراج العرض المذكور يكون فى وقت الزوال وكيفية استخراج ذلك كما سيأتى ان شاء الله تعالى ثم يلزم مقارنة عرض الوصول المستخرج بواسطة سير السفينة بالعرض الذى يصير استخراجه وقت الزوال فان وافق أحدهما الآخر فيصير الاعتماد على احدهما وأما اذا وجد احدهما أكثر من الثانى فيلزم طرح عرض القيام من عرض الزوال ويحول الباقى الى اميال فيصير ذلك المقدار مساو بالفرق العرض الصحيح ثم ينظر الى مقدار زاوية المثلث فان كانت محصورة بين صفر درجة و ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة فانها توجد فى التصحيح الاول وان وجد مقدارها محصورا بين ٦٧ درجة و ٣٠ دقيقة و ٩٠ درجة فتوجد فى التصحيح الثانى وان وجد مقدارها محصورا بين ٢٢ درجه و ٣٠ دقيقة و ٦٧ درجة و ٣٠ دقيقة فتكون فى التصحيح الثالث

وكيفية اجراء التصحيحات الثلاثة وهى اذا كان مقدار الزاوية من التصحيح الاول فيرسم مثلث مثل المثلث الموجود وينقل على زاويته مقدار زاوية المثلث الاول وبواسطة مقدار الزاوية ومقدار فرق العرض الصحيح نستخرج مقدار فرق الطول للمثلث الثانى

واما اذا كانت زاوية المثلث الاولى توجد فى التصحيح الثانى فيصير نقل مقدار وتر المثلث الاول على وتر المثلث الثانى وبواسطة فرق العرض الصحيح والوتر يصير استخراج مقدار الزاوية وفرق الطول وان كان مقدار الزاوية توجد فى التصحيح الثالث فتاخذ من جداول المثلث القائم الزاوية فرق العرض الصحيح والذى يوجد فى خانة التباعد يؤخذ و يضم على مقدار تباعد المثلث الاول ويؤخذ نصف مجموعهما و يجعل تباعدا الامثلث الثانى وبواسطة فرق العرض الصحيح والتباعد يصير استخراج زاوية المثلث والوتر وفرق الطول

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ جى ابريل صار قيام السفينة من ليمان سكندريه والتوجه لجهة جزيرة كريد وبهذا جرى تحرير الوقوعات والظاهورات التى تصير فى مدة ٢٤ ساعة

ساعات	أعشار	عقد	سمت اتجاه السفينه	جهة الهواء	درجة قوته	انحراف
١	٥	٨	شمالى	سنجق	٣	٦ قره يل
٢	٦	٨				
٣	٧	٨				
٤	٧	٨				
٥	٨	٨				
٦	٩	٩				
٧	٠	٩	يلدزكرته	اسكاه	٤	
٨	١	٧	قره يل			
٩	٢	٧				
١٠	٣	٧				
١١	٤	٧				
١٢	٥	٧				
١	٦	٦	يلدزكرته بويراز	اسكاه	٥	
١	٧	٦				
٣	٨	٦				
٤	٩	٧				
٥	٠	٨				
٦	١	٨				
٧	٢	٨	يلدز بويراز	سنجق	٤	
٨	١	٩				
٩	٢	٩				
١٠	٣	٩				
١١	٤	٩				
١٢	٥	٩				

فى الساعه ١ وافرنكى قبل الزوال صار قيام السفينة من ليمان سكندريه وفى الساعه ١٢ وقت الزوال وجدت السفينه خارج البوغاز وبواسطة الاتجاهين المأخوذين من الفنار وسيدى العجمى يوجد عرض وطول محل السفينة كما هو مبين ادناه ·

ـ ٥

١٥ ٣١ عرض محل السفينة شمال

٥٠ ٢٩ طول محل السفينة شرق

ساعت	ادراج	اتجاه صحيح	دقيقه	ميل	شمال	جنوب	شرق	غرب
٢	٥٣	شمال مغرب	٠٠	٠٩	٥٠/٤	٠٠/٠	٠٠/٠	٠٨/١
٥	٤٥	شمال مغرب	١٥	١٣	٤٣/٨	٠٠/٠	٠٠/٠	١٠/١
١	٤٤	شمال مشرق	١٥	١٠	٤٣/٣	٠٠/٠	٠٧/٦	٠٠/٠
٧	٥٤	شمال مشرق	٣٠	٢٤	٤٠/٠	٠٠/٠	٢٢/٨	٠٠/٠
				فرق عرض	١٨٧/٥	٠٠/٠	٣٠/٤	١٨/٢

٥ ″ ′

٠٠/١٥/٣١ عرض قيام شمال

٠٣/٠٧/٢٠ فرق عرض شمال

٣٤/٢٢/٣٠ عرض وصول شمال

٠٠/٢٧/٣٤ عرض الزوال شمالى

مطلوب فرق عرض صحيح

٥ ″ ′

٠٠/١٥/٣١ عرض قيام شمالى

٠٠/٢٧/٣٤ عرض الزوال شمالى

٠٠ ١٢ ٠٣

٦٠

١٨٠

١٢

١٩٢ فرق عرض صحيح شمالى

مطلوب نصف العرضين

٥ ″ ′

٠٠/١٥/٣١ عرض قيام شمالى

٠٠/٢٧/٣٤ عرض الزوال شمالى

٠٠/٤٢/٦٥ يكون

٠٠/٥١/٣٢ نصف العرضين

١٨/٢

١٢/٢ تباعد

حيث كانت درجة المثلث من التصحيح الاول فيصير نقلها على المثلث الثانى وبواسطة درجة المثلث وفرق عرض صحيح يصير استخراج فرق الطول

مطلوب طول الوصول

٥ ′

٥٠ ٢٩ طول قيام شرق

١٦ ٠٠ فرق طول غرب

٣٤ ٢٩ طول وصول شرق

سنة ١٨٧٤ فی ١٦ جی ابریل من وقت زوال الیوم المذکور الی زوال یوم ١٧ جی شهره

ساعات	اعشار	اميال	سمت اتجاه السفينة	اسماء الهوا	درجات	انحراف	ملحوظات
١	٥	٨	باطی قره یل	سنجق		٦ قره یل	
٢	٦	٨					
٣	٧	٨					
٤	٨	٨					
٥	٩	٨					
٦	٠	٩	باطی کرته قره یل	سنجق	٦		
٧	١	٩					
٨	٢	٩					
٩	٣	٩					
١٠	٤	٩					
١١	٥	٩					
١٢	٦	٩	قره یل کرته باطی	اسکاه	٣		
١	١	٧					
٢	٢	٧					
٣	٣	٧					
٤	٤	٧					
٥	٥	٧					
٦	٦	٧	یه یل کرته میزه باطی	اسکاه	٢		
٧	٧	٧					
٨	٨	٧					
٩	٩	٧					
١٠	٠	٨	قره یل	اسکاه	٤		
١١	١	٨					
١٢	٢	٨					

[illegible]	[illegible]	اتجاه صحيح	دقيقه	درجه	شمال	جنوب	شرق	غرب
٥	٤٣	يلدز باطى	٣٠	٧٨	٠٨٫٩	٠٠٫٠	٠٠٫٠	٤٢٫١
٥	٥٥	قبله باطى	١٥	٨٩	٠٠٫٠	٠١٫٠	٠٠٫٠	٥٥٫٠
١	٤٦	يلدز باطى	١٥	٥٩	٢٣٫٧	٠٠٫٠	٠٠٫	٣٩٫٤
٣	٣١	يلدز باطى	٥٢	٦٥	١٢٫٦	٠٠٫٠	٠٠٫٠	٢٨٫٢
٤	٢٤	يلدز باطى	٠٠	٤٧	١٦٫٤	٠٠٫٠	٠٠٫٠	١٧٫٦
					٦١٫٦	٠١٫	٠٠٫٠	١٨٢٫٤

ه ′ ″

٠٠ ٢٧ ٢٤ عرض قيام شمال

٣٦ ٠٠ ٠١ فرق عرض شمال

٣٦٫ ٢٧٫ ٣٥ عرض وصول شمال

٣٨ ٣٥ عرض الزوال شمال

مطلوب فرق عرض صحيح

ه ′ ″

٠٠ ٢٧ ٢٤ عرض قيام شمال

٠٠ ٣٨ ٣٥ عرض وصول شمال

٠٠ ١١ ٠١

٦٠

٦٠

١١

٧١ فرق عرض صحيح

مطلوب نصف العرضين

٢٧ ٣٤ عرض قيام شمال

٣٨ ٣٥ عرض زوال شمال

٠٥ ٧٠ يكون

٠٢ ٣٥ نصف العرضين

٠١٫٠

٦٠٫٦ = فرق عرض

مطلوب طول وصول

ه ′

٣٤ ٢٩ طول قيام شرق

٣٦ ٠٣ فرق طول غرب

٥٨ ٢٥ طول وصول شرق

من حيث درجة المثلث أكثر من ٦٧ درجه و ٣٠ دقيقه وأقل من ٩٠ درجه يصير اجراء التصحيح الثانى

١٨٢٫٤

٦٠٫٦

١٩٢

٧٢

٢١٦

١٧٧

٧١

١٩٣

٦٨

سنة ١٨٧٤ فى ١٨ جى شهر ابريل من وقت زوال اليوم المذكور الى زوال اليوم الذى بعده

ساعات	قوللاج	اعشار	اتجاه سفينه	سمت الريح	قوة الريح	انحراف		ملحوظات
١	١	٦	يلدرقره‌يل	اسكله	٥	٦	قره‌يل	
٢	٢	٦						
٣	٣	٦						
٤	٤	٦						
٥	٥	٦						
٦	٦	٦	قره‌يل كرته	اسكله	٣			
٧	٧	٦	يلدز					
٨	٨	٦						
٩	٩	٦						
١٠	٠	٧	قره‌يل كرته	اسكله	٤			
١١	٩	٦	يلدز					
١٢	٨	٦						
١	٧	٦						
٢	٦	٦						
٣	٥	٦						
٤	٤	٦						
٥	٢	٥						
٦	١	٥	باطى قره‌يل	سنجق	٣			
٧	٠	٥						
٨	١	٥						
٩	٢	٥						
١٠	٣	٦	باطى	بوبه				
١١	٤	٦						
١٢	٥	٦						

[illegible]	[illegible]	صحيح اتجاه	[illegible]	[illegible]	شمال	جنوب	شرق	غرب
١	٢٥	يلدزباطى	٣٠	٢٤	٢٢٫٨	٠٠٫٠	٠٠٫٠	١٠٫٣
٥	٢٣	يلدزباطى	٤٥	٣٧	٢٦٫٠	٠٠٫٠	٠٠٫٠	٢٠٫٣
٩	٤٦	يلدزباطى	٤٥	٣٦	٣٦٫٧	٠ ٫٠	٠٠٫٠	٢٧٫٧
٦	٢٥	يلدزباطى	٣٠	٧٧	٠٥٫٦	٠٠٫٠	٠٠٫٠	٢٤٫٤
٢	١٩	قبله باطى	٠	٨٣	٠٠٫٠	٠٢٫٣	٠٠٫٠	١٨٫٩
					٩١٫١	٢٫٣	٠٠٫٠	١٠١٫٥

ْ ′
٣٨ ٣٥ عرض قيام شمال
٢٩ ٠١ فرق عرض شمال
٠٧ ٣٧ عرض وصول شمال

مطلوب فرق عرض صحيح

ْ ′
٣٨ ٣٥ عرض قيام شمال
٤٠ ٣٦ عرض الزوال شمال
٠١ ٠٧
٦٠
٧
٦٧ فرق عرض صحيح

مطلوب نصف العرضين

ْ ′
٣٨ ٣٥ عرض قيام شمال
٤٠ ٣٦ عرض الزوال شمال
٢٣ ٧٢ يكون
١١ ٣٦ نصف العرضين

٩١٫١
٠٢٫٣
٨٨٫٨ = فرق عرض

حيث درجة المثلث أكثر من ٢٢ درجه و ٣٠ دقيقه وأقل من ٦٧ درجه و ٣٠ دقيقه فيصير اجراء التصحيح الثالث

مطلوب طول وصول

ْ ′
٥٨ ٢٥ طول قيام شرق
٤٩ ٠١ فرق طول غرب
٠٩ ٢٤ طول وصول شرق

١٠١٫٥ تباعد
٧٨٫٣
١٧٩٫٨
٨٩٫٩

٢ جى مثلث ١٠٩ ٨٩٫٩ ٦٧ ١١٩ ٥٣

١ جى مثلث ١٠١٫٥ ٨٨٫٨ ٤٩

(فى المد والجزر)

المد والجزر الذى يحصل بالبحار هما متسببين من الشمس والقمر لان كلا منهما له قوة جاذبة لمياه البحار والقمر أكثر جذبا من الشمس خصوصا فى الاماكن التى توجد مقابلة لمركز الشمس أو القمر وكثيرا ما يحصل فى البحر المحيط ومعناه ان المد والجزر يحصل فى الاماكن عندما يصير مرور القمر من انصاف نهارها وتختلف الاوقات التى يصير فيها المد والجزر من يوم الى آخر وذلك بسبب اختلاف حركة القمر عن حركة الشمس لانه تقدم بأن الشمس تقطع على دائرتها فى كل يوم درجة واحدة والقمر يقطع من محيطه كل يوم ١٣ درجه و ١٧ اعشارى فاذا طرحنا مقدار حركة الشمس المذكورة من ١٣ درجه و ١٧ اعشارى اعنى حركة القمر فيصير الباقى ١٢ درجه و ١٧ اعشارى واذا صار تحويل ذلك الى وقت زمنى يصير الحاصل مساويا ٤٩ دقيقه و ٤٤ ثانية من ساعات الزمن ومن هذا يفهم ان القمر يتأخر طلوعه أو غروبه عن اليوم الذى قبله بقدر ٤٩ دقيقه و ٤٤ ثانيه ومن ذلك تختلف أوقات المد والجزر الحاصلة فى كل يوم عن اليوم الماضى أو اليوم الذى بعده وعند اجتماع الشمس بالقمر فى اول الشهر القمرى أو فى آخره يحصل زيادة المد والجزر لان الشمس والقمر يكونان متجهين الى جهة واحدة لجهة البحر وبمثل ذلك اذا كان القمر فى حالة الاستقبال اعنى وقت ان يكون بدرا كاملا ومقابلا للشمس بسائر سطحه فيحصل زيادة فى المد والجزر بالنسبة للاماكن التى توجد بينهما

ولاجل معرفة أوقات المد والجزر قد صار تحرير الجدول الآتى وهو مشتمل على أسماء البلاد الشهيرة التى يوجد فيها المد والجزر فى البحار وعلى بيان عرضها وطولها وعلى الاوقات التى يصير فيها مدة زيادة البحر ونقصه اعنى من وقت أن يبتدى البحر فى المد الى آخر انتهاه أو من وقت ابتداه فى النقص الى آخر ما ينتهى وكذلك على مقدار ارتفاع المياه بالاقدام

جدول (أ)

علو الماء بالقدم	اوقات المد والجزر ر	اوقات المد والجزر ه	طول الاماكن ° ′ ″	عرض الاماكن ° ′ ″	اسماء البلاد
٣ ١/٢	٣٠	٢	غرب ٥ر٢١ر٢٦	شمال ٣٦ر٠٧ر٠٣	جبل الطارق
٦	٤٦	١	غرب ٥ر٣٦ر٠٠	شمال ٣٦ر٠٠ر٠٠	تاريفا
٩ ١/٢	٤٥	١	غرب ٦ر١٧و٢٥	شمال ٣٦ر٣٢ر٠٠	كاديس
١٦	٣٠	٢	غرب ٩ر٠٨ر٢٥	شمال ٣٨ر٤٢ر٠٤	ليسبون
١٦	٥٧	٤	غرب ٤ر٤٧ر٠٤	شمال ٥٠ر١٣ر٢١	فالث
٥ ١/٢	٣٧	٥	غرب ٤ر٠٧ر١٦	شمال ٥٠ر٢٢ر٢١	باليموث
١٣	٣٠	١٠	غرب ١ر٢٤ر٣٥	شمال ٥٠ر٥٤ر٠٠	سوسمتون
٥	٤١	١١	غرب ١ر٠٦ر٠٠	شمال ٥٠ر٤٨ر٠٠	برتموث
٢١	٤٥	١٠	غرب ٠ر٥٧ر٤٨	شمال ٥٠ر٥٥ر٠١	دنجنس
١٨	١٢	١١	غرب ١ر١٩ر٠٧	شمال ٥١ر٠٧ر٤٧	دوبر
١٩ ١/٤	٠٧	٠٢	٠ر٠٠ر٠٠	٠٠ر٠٠ر٠٠	نهر لوندره
١٩	٤٣	٠١	٠ر٠٠ر٠٠	٠٠ر٠٠ر٠٠	غرنويج
٣٨	٥٩	٠٦	غرب ٣ر١٠ر٠٠	شمال ٥١ر٢٨ر٠٦	كارديف
١٦	١١	١٠	غرب ٤ر٣٩ر٣٩	شمال ٥٣ر١٩ر٠٦	هولي هيد
٢٦	٢٣	١١	غرب ٢ر٥٨ر٠٠	شمال ٥٣ر٢٤ر٤٠	ليوربول
١٠	٤٧	٠٣	غرب ٩ر٥١ر٠٠	شمال ٥١ر٢٦ر٠٠	ليمان باتري
١٠ ١/٤	٢٣	٠٤	غرب ٩ر٢٠ر٠٠	شمال ٥١ر٢٨ر٠٠	بالتمور
٩ ١/٢	٤٣	١٠	غرب ٥ر٣٦ر٢٠	شمال ٥٤ر٣٦ر٠٠	بيل فاست
					ليمانات البحر الاحمر
٦	٠٠	٠٢	شرق ٣٢ر٣٤ر٠٠	شمال ٢٩ر٥٦ر٥٧	السويس
٣	٠٠	٠٩	شرق ٣٩ر٣٣ر٠٠	شمال ١٥ر٣٦ر٠٠	مصوع
٨	٣٠	١٢	شرق ٤٣ر٣٢ر٣٠	شمال ١٢ر٤١ر٣٠	باب المندب
٦	٣٠	١٢	شرق ٤٥ر٠٩ر٠٠	شمال ١٠ر٢٥ر٣٠	بربره
٧	٤٥	٩	شرق ٤٥ر١٠ر٣٠	شمال ١٢ر٤٤ر٠٠	رأس عدن

و بقية البلاد توجد فى كتاب معرفة الازمان أو فى كتاب اللوغاريتم

جدول (ب) يحتوي على مقدار نصف قطر القمر دقائق وثواني وعلى ساعات ودقائق

نصف القطر

	١٦ ٣٠	١٦ ١٥	١٦ ٠٠	١٥ ٤٥	١٥ ٣٠	١٥ ١٥	١٥ ٠٠	١٤ ٤٥	١٤ ٣٠	
ث ق	ث ق	ث ق	ث ق	ث ق	ث ق	ث ق	ث ق	ث ق	ث ق	ث ق
١٢٫٠٠	+٠٫ ٥	+٠٫ ٣	+٠٫ ٢	+٠٫ ١	—٠٫ ٠	—٠٫ ١	—٠٫ ٢	—٠٫ ٣	—٠٫٠٤	٠٠٫٠٠
١٢٫٢٠	—٠٫ ١	—٠٫ ٢	—٠٫ ٣	—٠٫ ٤	—٠٫ ٥	—٠٫ ٦	—٠٫ ٧	—٠٫ ٨	—٠٫٠٨	٠٠٫٢٠
١٢٫٤٠	—٠٫ ٨	—٠٫ ٩	—٠٫ ٩	—٠٫١٠	—٠٫١٠	—٠٫١١	—٠٫١١	—٠٫١٢	—٠٫١٢	٠٠٫٤٠
١٣٫٠٠	—٠٫١٥	—٠٫١٥	—٠٫١٥	—٠٫١٦	—٠٫١٦	—٠٫١٦	—٠٫١٧	—٠٫١٧	—٠٫١٧	٠١٫٠٠
١٣٫٢٠	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	—٠٫٢٢	٠١٫٢٠
١٣٫٤٠	—٠٫٢٩	—٠٫٢٩	—٠٫٢٩	—٠٫٢٨	—٠٫٢٨	—٠٫٢٨	—٠٫٢٧	—٠٫٢٧	—٠٫٢٧	٠١٫٤٠
١٤٫٠٠	—٠٫٣٦	—٠٫٣٥	—٠٫٣٤	—٠٫٣٣	—٠٫٣٣	—٠٫٣٢	—٠٫٣٢	—٠٫٣١	—٠٫٣١	٠٢٫٠٠
١٤٫٢٠	—٠٫٤٣	—٠٫٤٢	—٠٫٤١	—٠٫٤٠	—٠٫٣٩	—٠٫٣٨	—٠٫٣٧	—٠٫٣٦	—٠٫٣٦	٠٢٫٢٠
١٤٫٤٠	— ٫٤٩	—٠٫٤٧	—٠٫٤٦	—٠٫٤٥	—٠٫٤٤	—٠٫٤٣	—٠٫٤٢	—٠٫٤١	—٠٫٤٠	٠٢٫٤٠
١٥٫ ٠	—٠٫٥٦	—٠٫٥٤	—٠٫٥٢	—٠٫٥١	—٠٫٤٩	—٠٫٤٨	—٠٫٤٧	—٠٫٤٥	—٠٫٤٤	٠٣٫٠٠
١٥٫٣٠	—١٫ ٤	—١٫ ٢	—١٫٠٠	—٠٫٥٨	—٠٫٥٦	—٠٫٥٥	—٠٫٥٣	—٠٫٥١	—٠٫٤٩	٠٣٫٣٠

تابع ماقبله

″ ′	″ ′ ١٦ ٣٠	″ ′ ١٦ ١٥	″ ′ ١٦ ٠٠	″ ′ ١٥ ٤٥	″ ′ ١٥ ٣٠	″ ′ ١٥ ١٥	″ ′ ١٥ ٠٠	″ ′ ١٤ ٤٥	″ ′ ١٤ ٣٠	
ق د	ق د	ق د	ق د	ق د	ق د	ق د	ق د	ق د	ق د	ق د
١٦٫٠٠	−١٫١٢	−١٫١٠	−١٫ ٧	−١٫ ٥	−١٫ ٢	−١٫٠٠	−٠٫٥٩	−٠٫٥٧	−٠٫٥٥	٠٤٫٠٠
١٦٫٣٠	−١٫١٦	−١٫١٣	−١٫١٠	−١٫ ٧	−١٫ ٥	−١٫ ٣	−١٫ ٢	−١٫٠٠	−٠٫٥٨	٠٤٫٣٠
١٧٫٠٠	−١٫١٩	−١٫١٦	−١٫١٣	−١٫١٠	−١٫ ٨	−١٫ ٦	−١٫ ٤	−١٫ ٢	−١٫٠٠	٠٥٫٠٠
١٧٫٣٠	−١٫١٨	−١٫١٥	−١٫١٢	−١٫ ٩	−١٫ ٧	−١٫ ٥	−١٫ ٣	−١٫ ١	−٠٫٥٩	٠٥٫٣٠
١٨٫٠٠	−١٫١٢	−١٫٠٩	−١٫ ٦	−١٫ ٤	−١٫ ٢	−١٫ ٠	−٠٫٥٨	−٠٫٥٦	−٠٫٥٥	٠٦٫٠٠
١٨٫٢٠	−١٫٠٣	−١٫٠٠	−٠٫٥٨	−٠٫٥٦	−٠٫٥٤	−٢٫٥٢	−٠٫٥١	−٠٫٥١	−٠٫٤٩	٠٦٫٢٠
١٨٫٤٠	−٠٫٥٣	−٠٫٥١	−٠٫٤٩	−٠٫٤٨	−٠٫٤٧	−٠٫٤١	−٠٫٤٥	−٠٫٤٤	−٠٫٤٣	٠٦٫٤٠
١٨٫٥٠	−٠٫٤٥	−٠٫٤٣	−٠٫٤٢	−٠٫٤١	−٠٫٤٠	−٠٫٣٩	−٠٫٣٨	−٠٫٣٧	−٠٫٣٧	٠٦٫٥٠
١٩٫٠٠	−٠٫٣٧	−٠٫٣٦	−٠٫٣٥	−٠٫٣٤	−٠٫٣٤	−٠٫٣٣	−٠٫٣٣	−٠٫٣٢	−٠٫٣٢	٠٧٫٠٠
١٩٫١٠	−٠٫٢٩	−٠٫٢٩	−٠٫٢٨	−٠٫٢٨	−٠٫٢٨	−٠٫٢٧	−٠٫٢٧	−٠٫٢٧	−٠٫٢٧	٠٧٫١٠
١٩٫٢٠	−٠٫٢٢	−٠٫٢٢	−١٫٢٢	−٠٫٢٢	−٠٫٢٢	−٠٫٢٢	−٠٫٢٢	−٠٫٢٢	−٠٫٢٢	٠٧٫٢٠
١٩٫٣٠	−٠٫١٤	−٠٫١٤	−٠٫١٤	−٠٫١٥	−٠٫١٥	−٠٫١٥	−٠٫١٦	−٠٫١٦	−٠٫١٦	٠٧٫٣٠

تابع ما قبله

ق ث	١٦ ٣٠ ق ث	١٦ ١٥ ق ث	١٦ ٠٠ ق ث	١٥ ٤٥ ق ث	١٥ ٣٠ ق ث	١٥ ١٥ ق ث	١٥ ٠٠ ق ث	١٤ ٤٥ ق ث	١٤ ٣٠ ق ث	ق ث
١٩ر٤٠	− ٠ر٦	− ٠ر٧	+ ٠ر٨	− ٠ر٩	− ٠ر٩	− ٠ر١٠	− ٠ر١٠	− ٠ر١١	− ٠ر١١	٧ر٤٠
١٩ر٥٠	+ ٠ر٢	− ٠ر٠	+ ٠ر١	− ٠ر٢	− ٠ر٣	− ٠ر٤	− ٠ر٥	− ٠ر٦	− ٠ر٦	٧ر٥٠
٢٠ر٠٠	+ ٠ر٩	+ ٠ر٧	+ ٠ر٦	+ ٠ر٤	+ ٠ر٣	+ ٠ر٢	+ ٠ر١	− ٠ر٠	− ٠ر١	٨ر٠٠
٢٠ر٢٠	+ ٠ر١٩	+ ٠ر١٧	+ ٠ر١٥	+ ٠ر١٣	+ ٠ر١١	+ ٠ر٩	+ ٠ر٧	+ ٠ر٦	+ ٠ر٥	٨ر٢٠
٢٠ر٤٠	+ ٠ر٢٨	+ ٠ر٢٥	+ ٠ر٢٢	+ ٠ر٢٠	+ ٠ر١٨	+ ٠ر١٦	+ ٠ر١٤	+ ٠ر١٢	+ ٠ر١١	٨ر٤٠
٢١ر٠٠	+ ٠ر٣٢	+ ٠ر٢٩	+ ٠ر٢٦	+ ٠ر٢٤	+ ٠ر٢٢	+ ٠ر٢٠	+ ٠ر١٨	+ ٠ر١٦	+ ٠ر١٤	٩ر٠٠
٢١ر٣٠	+ ٠ر٣٦	+ ٠ر٣٣	+ ٠ر٣٠	+ ٠ر٢٧	+ ٠ر٢٤	+ ٠ر٢٢	+ ٠ر٢٠	+ ٠ر١٨	+ ٠ر١٦	٩ر٣٠
٢٢ر٠٠	+ ٠ر٣٤	+ ٠ر٣٠	+ ٠ر٢٧	+ ٠ر٢٥	+ ٠ر٢٣	+ ٠ر٢١	+ ٠ر١٩	+ ٠ر١٧	+ ٠ر١٥	١٠ر٠٠
٢٢ر٣٠	+ ٠ر٣٠	+ ٠ر٢٦	+ ٠ر٢٣	+ ٠ر٢١	+ ٠ر١٩	+ ٠ر١٧	+ ٠ر١٥	+ ٠ر١٤	+ ٠ر١٢	١٠ر٣٠
٢٣ر٠٠	+ ٠ر٢٣	+ ٠ر٢٠	+ ٠ر١٨	+ ٠ر١٦	+ ٠ر١٤	+ ٠ر١٢	+ ٠ر١٠	+ ٠ر٨	+ ٠ر٧	١١ر٠٠
٢٣ر٢٠	+ ٠ر١٧	+ ٠ر١٥	+ ٠ر١٣	+ ٠ر١١	+ ٠ر٩	+ ٠ر٧	+ ٠ر٦	+ ٠ر٥	+ ٠ر٤	١١ر٢٠
٢٣ر٤٠	+ ٠ر١٢	+ ٠ر١٠	+ ٠ر٨	+ ٠ر٧	+ ٠ر٥	+ ٠ر٣	+ ٠ر٢	+ ٠ر١	+ ٠ر٠	١١ر٤٠
٢٤ر٠٠	+ ٠ر٥	+ ٠ر٣	+ ٠ر٢	+ ٠ر١	− ٠ر٠	− ٠ر١	− ٠ر٢	− ٠ر٣	+ ٠ر٤	١٢ر٠٠

فى كيفية استخراج أوقات المدّ والجزر

أوقات المدّ والجزر من أشد اللزوم خصوصا عند أهل الملاحة وذلك بسبب دخول وخروج السفائن فى ليمانات السواحل وأيضا الاجل مرسى السفائن بالمحلات التى تليق وبهذا يلزم على كل قبودان معرفة أوقات المد والجزر واجتناب الاماكن الخطرة

بيان معرفة أوقات المد والجزر لأى ليمان كان ان يؤخذ أولا وقت مرور القمر يوم العمل واليوم الذى قبله اذا كان طول المكان شرقيا وأما اذا كان طول المكان غربيا فيؤخذ وقت مرور القمر يوم العمل واليوم الذى بعده وأوقات المرور موجودة فى كتب معرفة الازمان المحررة سنوي وبعد ذلك يطرح أحد المرورين من الثانى فينتج فرق مرور اليومين المذكورين فى مدة ٢٤ ساعة ثم يصير تحويل درج الطول الى ساعات ويستخرج ما يخص ذلك من فرق المرور وهو أن يقال نسبة ٢٤ ساعه : ساعات الطول : : فرق المرورين : الحد المجهول وبعد استخراجه يصير وضعه تحت وقت مرور يوم العمل ويضم أو يطرح حسب تزائد المرور المذكور أو نقصه والناتج من ذلك يكون هو وقت مرور القمر من نصف نهار المكان بحساب وقت متوسط ولاجل تحويله الى وقت حقيقى يصير استخراج وقت زمن التعديل ويطرح أو يضم من الوقت المتوسط بعكس ما يوجد فى كتاب معرفة الازمان ثم يصير استخراج نصف قطر القمر وقت نصف الليل ويؤخذ هو مع ساعات الوقت الحقيقى من جدول (ب) والساعات والدقائق التى تنتج من تقابلهما فى الجدول المذكور تؤخذ بعلامتها ويصير وضعها تحت الوقت المتوسط لمرور القمر من نصف نهار المكان ويضم أو يطرح هذا المقدار من الوقت المذكور ثم تؤخذ مدة المدّ والجزر المحرر بمحاذاة المكان الموجود بجدول (١) ويضم دائما على الوقت الموجود فيصير الحاصل هو وقت المدّ بعد الزوال بالليمان المطلوب أوقات المد فيه

أمثلة من ذلك

المطلوب وقت مد المياه بليمان مدينة فالث في يوم ٣٠ جي اوكتوبر سنة ١٨٧٠

صورة العمل

د	ع	
٣٤	٥٠	وقت مرور القمر من نصف نهار فالث يوم ٣٠ جي اوكتوبر

تعديل الزمن = ١٦ دقيقة أصله يطرح فيضم بالعكس على ٣٤ ٥ فيصير الحاصل ٠٥ فيقابل بنصف القطر الافقي وهو

٠٦	٠١	(٤٦ ١٥ من جدول (ب) ينتج ٠٦ ١ ويطرح حسب العلامة
٢٨	٠٤	
٥٧	٠٤	وقت مد المياه المستخرج من جدول (أ) المحرر بمحاذاة فالث
٢٥	٠٩	وقت مد المياه بعد الزوال بليمان فالث

مثال ثاني

المطلوب وقت مد المياه بليمان كالكاته التي طولها ٢٧ ٨٨ شرق وكان وقت المد أو الجزر ٣٠ ٢ ونصف قطر القمر الافقي وقت نصف الليل = ٣٨ ١٥ وتعديل الزمن = ١٠٠٠ طرح في يوم ١٥ جي ينواريو سنة ١٨٧٠

صورة العمل

د	ع	
٤٠	١٠	وقت مرور القمر في ١٥ جي ينواريو سنة ١٨٧٠
١٣	٠٠	ما يخص زمن الطول من المرور طرح
٢٧	١٠	وقت مرور القمر من نصف نهار كالكاته
١٠	٠٠	تعديل الزمن طرح
١٧	١٠	يقابل مع نصف القطر من جدول (ب) ينتج ٢٢ ضم
٢٧	١٠	مرور القمر من نصف نهار كالكاته
٢٢	٠٠	مقدار ساعات المد من جدول (أ)
٤٩	١٠	

٣٠ ٢ وقت مد المياه بليمان كالكاته المأخوذ من جدول (١) ضم
١٩ ١٣
٢٤ ١٢ مقدار الساعات التي بين المد والمد
٥٨ ٠٠ وقت مد المياه بعد الزوال بليمان كالكاته

مثال ثالث

المطلوب وقت مد المياه في يوم ١٥ جي اغسطوس سنة ١٨٧٤ بليمان السويس

صورة العمل

ث د س	
٠٠ ر٣٤ ر٢	وقت مرور القمر في يوم ١٥ جي اغسطوس
٠٠ ر٥٤ ر١	مرور القمر في يوم ١٤ جي اغسطوس
٠٠ ر٤٠ ر٠	
٠٠ ر٣٤ ر٢	وقت مرور القمر في يوم ١٥ جي اغسطوس
٤٠ ر٣ ر٠	ما يخص زمن الطول من فرق المرور طارح
٢٠ ر٣٠ ر٢	وقت مرور القمر من نصف نهار السويس وقت متوسط
٠٠ ر٤ ر٠	تعديل الزمن طارح
٢٠ ر٢٦ ر٢	يصير مقابلته بنصف قطر القمر وهو ٥٢ ر١٤ ينتج ٣٧
٢٠ ر٣٠ ر٢	مرور القمر من نصف نهار السويس طارح بعلامة الجدول
٠٠ ر٣٧ ر٠	
٢٠ ر٥٣ ر١	
٠٠ ٠٠ ٢	مدة مد المياه وجزرها بالسويس المستخرج من جدول (١)
٢٠ ٥٣ ٣ ٠	وقت مد المياه في يوم ١٥ جي اغسطوس بعد الزوال بليمان السويس ويرتفع المياه فيه بمقدار ستة أقدام

مثال رابع

المطلوب وقت مد المياه في يوم ٢٠ جي شهر مايس سنة ١٨٧٤ بليمان مصوع بالبحر الاحمر

صورة العمل

″	′	ه	
٠٠	٢٥	٤	مرور القمر في ٢٠ جي مايس
٠٠	٣٠	٣	شرحه في يوم ١٩ جي مايس
٠٠	٥٥	٠	فرق المرورين في مدة ٢٤ ساعه
٠٠	٢٥	٤	مرور القمر في يوم ٢٠ جي مايس
٠٠	٠٦	٠	ما يخص زمن الطول من فرق المرور يطرح
٠٠	١٩	٤	وقت مرور القمر من نصف نهار مصوع
٤٤	٠٣	٠	تعديل الزمن ضم عكس ما في الجدول
٤٤	٢٢	٤	وقت مرور حقيقي
٠٠	١٩	٤	وقت مرور القمر من نصف نهار مصوع
٠٠	٣	١	الحاصل من تقابل نصف قطر القمر وه و ٢٣ ١٥ مع
٠٠	١٦	٣	

الوقت الحقيقي وهو ٤٤ ٢٢ ٤ المأخوذ من جدول (ب) طرح

٠٠	٠٠	١	مدة مد المياه المحاذي لمدينة مصوع المأخوذ من جدول (أ) ضم
٠٠	١٦	٤	وقت مد المياه بعد الزوال بليمان مصوع ويرتفع الماء فيها بمقدار ثلاثة أقدام

(في بيان حل المثلثات الكروية)

٧٧ علم المثلثات الكروية نافع جدا في اعمال الدعاوي البحرية وحل مشكلاتها وباستخراج مجاهيل المثلث الكروي يصير الحصول على المطلوب ويصير استخراج مجاهيل المثلث الكروي بواسطة ثلاثة أشياء تكون معلومة في المثلث المذكور كما هو مقرر في قوانين حل المثلثات الكروية (ولنذكر) هنا الدعاوي والنتائج المذكورة في حل المثلثات الكروية المتقدم ذكرها فنقول القضية الاولى وفيها نتائج

(النتيجة الاولى) في كل مثلث كروي متساوي الساقين جيب نصف القاعدة يساوي جيب أحد الساقين مضروبا في جيب نصف زاوية الراس

(النتيجة الثانية) متى نصفت زاوية الرأس من المثلث الكروى المتساوى الساقين بقوس فان هذا القوس يقسم الضلع المقابل لزاوية الرأس الى قسمين متساويين

(النتيجة الثالثة) متى نصفت قاعدة المثلث الكروى المتساوى الساقين بنقطة ورسمنا منها قوسا الى رأس الزاوية فان هذا القوس يكون عمودا على القاعدة ومنصفا لها

(النتيجة الرابعة) فى كل مثلث كروى قائم الزاوية جيب تمام الوتر يساوى حاصل ضرب جيبى تمام الضلعين المحيطين بالقائمة

(النتيجة الخامسة) فى كل مثلث كروى قائم الزاوية جيب أحد الاضلاع يساوى لجيب الوتر مضروبا فى جيب الزاوية المقابلة للضلع المذكور

القضية الثانية نسبة جيوب الاضلاع الى بعضها فى كل مثلث كروى كنسبة جيوب الزوايا المقابلة للاضلاع المذكورة

القضية الثالثة حاصل ضرب جيب تمام أى ضلع من أضلاع المثلث الكروى فى جيب تمام أحد الزاويتين المجاورتين له يساوى حاصل ضرب ظل تمام الضلع المقابل للزاوية التى لم تؤخذ مضروبا فى جيب الضلع المأخوذ جيب تمامه ناقصا حاصل ضرب ظل تمام الزاوية المقابلة للضلع المأخوذ ظل تمامه مضروبا فى جيب الزاوية المجاورة المذكوره

القضية الرابعة جيب تمام اى زاوية فى كل مثلث كروى يساوى لحاصل ضرب جيبى الزاويتين الآخرتين مضروبا ذلك الحاصل فى جيب تمام الضلع المقابل لها ناقصا منها حاصل ضرب جيبى تمام الزاويتين الآخرتين

(فى حل المثلث القائم الزاوية وفيه نتائج)

(النتيجة الاولى) جيب أى ضلع من كل مثلث كروى قائم الزاوية يساوى جيب الوتر فى جيب الزاوية المقابلة للضلع المذكور

(النتيجة الثانية) جيب تمام الوتر فى كل مثلث قائم الزاوية يساوى حاصل ضرب جيبى تمام الضلعين المحيطين بالقائمة

(النتيجة) الثالثة فى كل مثلث كروى قائم الزاوية جيب تمام الوتر يساوى

حاصل ضرب ظلى تمام الزاويتين المقابلتين للضلعين الآخرين
(النتيجة الرابعة) في كل مثلث كروى قائم الزاوية جيب تمام أحد الزاويتين الحادتين يساوى حاصل ضرب جيب تمام الضلع المقابل لها فى جيب الزاوية الحادة الاخرى
(النتيجة الخامسة) فى كل مثلث كروى قائم الزاوية ظل تمام الوتر يساوى لظل تمام أحد الضلعين المحيطين بالقائمة مضروبا فى جيب تمام الزاوية الواقعة بين هذا الضلع والوتر
(النتيجة السادسة) فى كل مثلث كروى قائم الزاوية ظل تمام أحد الزاويتين الحادتين يساوى حاصل ضرب ظل تمام الضلع المقابل لها مضروبا فى جيب الضلع المقابل للزاوية الحادة الاخرى

(فى حل المثلثات المائلة الزوايا)

اذا علمت اضلاع المثلث الكروى الثلاث وكان المراد ايجاد زواياه الثلاث فنطرح أحد اضلاع الزاوية المراد استخراجها من نصف مجموع الاضلاع وكذا الضلع الثانى من نصف مجموع الاضلاع ونضرب جيب الباقى الاول فى جيب الباقى الثانى ونقسم الحاصل على حاصل ضرب جيبى الضلعين الآخرين و يؤخذ جذر الباقى ينتج مقدار نصف الزاوية وبالعمل اللوغاريتمى يجمع جيب التفاضل بين نصف مجموع الاضلاع واحد الاضلاع المجاور للزاوية على جيب التفاضل بين نصف مجموع الاضلاع والضلع الثانى ويطرح من مجموعهما حاصل جمع جيبى الضلعين المذكورين ويؤخذ نصف الباقى من الجيب فينتج مقدار نصف الزاوية وهذا مطابق لما تقدم فى استخراج أحد زوايا المثلث المستقيم الاضلاع

(فى تطبيق حل المثلثات الكروية على الدعاوى البحرية)

٧٨ قدذكرنا فيما تقدم ان دائرة مسير الشمس قاطعة لخط الاستواء فى زاويتين مقدار كل منهما ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة وهو مقدار غاية ميل الشمس وان نقطة تقاطعهما الاولى تسمى برج الحمل والثانية تسمى برج الميزان وحيث كان طول الشمس يعد على دائرة مسير الشمس من ابتداء برج الحمل الى مركز

الشمس وان ميل الشمس بعدمن دائرة نصف النهار المارة بالشمس عمودا على خط الاستواء والقوس المحصور بين برج الحمل ودائرة الميل المارة بالشمس يسمى مطلع مستقيم الشمس ومن هذه الاقواس الثلاثة يتصور مثلث كروى قائم الزاوية واذا علم فيه ثلاثة أشياء فانه يعلم باقى مجاهيله كما تقدم فى الدعاوى والنتائج المذكورة فى حل المثلثات الكروية (ولنبتدى) اوّلا بكيفية استخراج طول الشمس فنقول انه متى كانت الشمس فى برج الحمل اعنى فى ٢١ مارث فانه ينعدم مقدار طولها وميلها ومطلع مستقيمها وكلما قطعت الشمس على دائرتها مقدارا من الدرج فيكون مساويا لطول الشمس وعلى انها تقطع فى كل يوم درجة واحدة فى حركتها السنوية حتى اذا وصلت الى برج السرطان فتقطع من دائرتها مقدار ٩٠ درجة فى مدة فصل الربيع و يكون ميلها يساوى ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة شمالى ومطلع مستقيمها يساوى ست ساعات ثم تنتقل الى بروج فصل الصيف و يتناقص مقدار ميلها حتى اذا كان طولها مساويا ١٨٠ درجة فتكون حالة فى برج الميزان وينعدم مقدار الميل و يكون مطلع مستقيمها يساوى ١٢ ساعه ثم تدخل فى البروج الخريفية حتى اذا بلغ مقدار طولها ٢٧٠ درجة وتكون فى برج الجدى فيكون غاية ميلها ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة جنوبى ومطلعها المستقيم يساوى ١٨ ساعه وهكذا حتى تدخل فى بروج فصل الشتاء وتصل الى برج الحمل فينعدم ميلها ومقدار طولها ومطلع مستقيمها كما ذكرنا

(فى تقدير طول الشمس)

اذا كان المراد معرفة طول الشمس فى أى يوم من ايام اى شهر فنعد الايام من ابتداء دخول الشمس فى برج الحمل أعنى من يوم ٢١ مارث الى اليوم الذى يراد طول الشمس فيه و يحسب لكل يوم مقدار درجة ينتج مقدار طول الشمس المطلوب واذا علم طول الشمس فيصير استخراج ميلها ومطلع مستقيمها كما سيأتى

نفرض ان دائرة حـ ل ع سه ميزان صه ف هى دائرة مسير الشمس ودائرة حل ع سه صه ف هى دائرة المعدل ومن تقاطعهما يحدث زاويتا

ع حـل ع = ٢٨ ٢٣ وكذلك زاوية سه ميزان سه = ٢٨ ٢٣
فاذا فرضنا ان طول الشمس يساوى ٠٠ ٧٢ درجة وكانت الشمس فى نقطه ع ورسمنا منها قوس دائرة نصف النهار ع عَ عمودا على دائرة المعدل فيحدث مثلث حل ع عَ القائم الزوية فى عَ ويكون معلوم فيه قوس حل ع المساوى ٧٢ درجة طول الشمس وزاوية ع حل عَ تساوى ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة وزاوية ع عَ حل قائمة و بمقتضى القضية الثانية من علم المثلثات الكروية يصير (جا) نصف القطر : (جا) حل ع وتر القائمة المساوى ٧٢ درجه :: (جا) زاوية ع حل عَ اى ٢٣ درجة و٢٨ دقيقة : (جا) ع عَ المساوى لقدار ميل الشمس و بتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى يضم جيب طول الشمس على جيب ٢٣ درجة و٢٨ دقيقة ويطرح من المجموع جيب نصف القطر وينظر على الباقى من الجيب ينتج مقدار ميل الشمس وحيث كان طول الشمس اقل من ٩٠ درجة وتكون الشمس فى فصل الربيع وميلها شمالى

صورة العمل

نسبة (جا) نصف القطر ٩٠ : (جا) ٧٢ طول الشمس :: (جا) ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة : جا ع عَ ميل الشمس و بتحويله الى عمل لوغاريتمى يصير

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٩٫٩٧٨٢٠٦ جا ٧٢ درجة طول الشمس
٩٫٦٠٠١١٨ جا ٢٣ درجه ٢٨ دقيقة

١٩٫٥٧٨٣٢٤
١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

٩٫٥٧٨٣٢٤ جا نظر = ١٥ ١٥ ٢٢ ميل الشمس شمالى والشمس فى فصل الربيع

مثال ثانى

طول الشمس ١٣٥ والمطلوب ميل الشمس

الجواب

(الجواب) حيث كان طول الشمس أكثر من ٩٠ درجة فيطرح من ١٨٠ درجة فيصير الباقي يساوي ٤٥ درجه والعمل يكون في مثلث ميزان سه سه

صورة العمل

١٠٫٠٠٠٠٠٠	جا نصف القطر
٩٫٨٤٩٤٨٥	جا ٤٥ درجه
٩٫٦٠٠١١٨	جا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة
١٩٫٤٤٩٦٠٣	يكون
١٠٫٠٠٠٠٠٠	
٠٩٫٤٤٩٦٠٣	جا نظر = ١٥ ٢١ ٦ = ميل الشمس شمالي

والشمس في فصل الصيف

مثال ثالث

طول الشمس ٢٢٠ درجه والمطلوب ميلها (الجواب) حيث كان طول الشمس أكثر من ١٨٠ درجة فيطرح منه ١٨٠ درجة والباقي يصير مساويا ٤٠ درجة والعمل يكون في مثلث ميزان صه صه

صورة العمل

١٠٫٠٠٠٠٠٠	جا نصف القطر
٩٫٨٠٨٠٦٧	جا ٤٠ درجه
٩٫٦٠٠١١٨	جا ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة
١٩٫٤٠٨١٨٥	
١٠٫٠٠٠٠٠٠	
٠٩٫٤٠٨١٨٥	جا نظر = ٤٥ ٤٩ ١٤ = ميل الشمس جنوبي

والشمس تكون في فصل الخريف

مثال رابع

طول الشمس ٣٠٠ درجة والمطلوب ميلها الجواب حيث كان طول الشمس أكثر من ٢٧٠ درجة يطرح من ٣٦٠ درجه فيصير الباقي ٦٠ درجة والعمل يكون في مثلث حل ف ف

صورة العمل

١٠٫٠٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٩٫٩٣٧٥٣١ جا ٦٠ درجة
٩٫٦٠٠١١٨ جا ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة

١٩٫٥٣٧٦٤٩
١٠٫٠٠٠٠٠٠٠

٩٫٥٣٧٦٤٩٠ جا نظر = ٢٠ ١٠ ٣٠ = ميل الشمس جنوبي والشمس تكون في فصل الشتاء

في استخراج مطالع مستقيم الشمس اذا علم طولها

مثال أول

طول الشمس يساوي ١٢ ٧٢ والمطلوب مطالعها المستقيم (الجواب) يقال في المثلث جل ع ع القائم الزاوية ان ظل أحد الاضلاع يساوي ظل الوتر في جيب تمام الزاوية الحادة المحصورة بين الوتر والضلع المطلوب اعني ظاجل ع = ظاجل ع × جتا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة / جا نصف القطر كما تقدم في نتيجة (٥) وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمي يضم ظل طول الشمس على جيب تمام ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه و يطرح من الحاصل نصف القطر وينظر من الظل ينتج مقدار المطالع المستقيم المطلوب

صورة العمل

١٠٫٤٩٣٤٠٧ ظا ١٢ ٧٢
٩٫٩٦٢٥٠٨ جتا ٢٨ ٢٣

٢٠٫٤٥٥٩١٥ يكون
١٠٫٠٠٠٠٠٠ نصف القطر

١٠٫٤٥٥٩١٥ ينظر من الظل = ٥٠ ٤٢ ٤٠ = مطالع مستقيم الشمس

مثال ثاني

طول الشمس ١٣٥ درجه والمطلوب مطالع مستقيم الشمس (الجواب)

يطرح طول الشمس من ١٨٠ درجة فيصير الباقى ٤٠ درجة والعمل يكون فى المثلث ميزان سه سه

صورة العمل

١٠،٠٠٠٠٠٠٠ ظا ٤٠ درجة

٩،٩٦٢٥٠٨ جتا ٢٣ درجة ٢٨ دقيقة

١٩،٩٦٢٥٠٨

١٠،٠٠٠٠٠٠ نصف القطر

٩،٩٦٢٥٠٨٠ ينظر من الظل = ٠٧ ٥٠ ٢ ٠ = قوس جل سه

٠٠ ٠٠ ١٢ طرح

٩،٠٩،٥٣ = مطالع مستقيم الشمس

مثال ثالث

طول الشمس ٢٢٠ درجة والمطلوب مطالع مستقيمها (الجواب) حيث كان طول الشمس أكثر من ١٨٠ درجه يطرح من ٢٢٠ درجه يصير الباقى ٤٠ درجه والعمل يكون فى مثلث ميزان صه صه

صورة العمل

٩،٩٢٣٨١٣ ظا ٤٠

٩،٩٦٢٥٠٨ جتا ٢٣،٢٨

١٩،٨٨٦٣٢١

١٠، ٠٠٠٠٠

٩،٨٨٦٣٢١٠ ينظر من الظل = ٢١ ٣٠ ٠٢ = قوس ميزان صه

٠٠ ٠٠ ١٢ يضم

١٤، ٣٠، ٢١ = مطالع مستقيم الشمس

مثال رابع

طول الشمس ٣٠٠ درجه والمطلوب مطالع مستقيها الجواب حيث كان طول الشمس أكثر من ٢٧٠ درجه وأقل من ٣٦٠ فيطرح من ٣٦٠ درجة فيصير الباقى ٦٠ درجه و يكون العمل فى المثلث جل ف ف

صورة العمل

١٠٫٢٢٨٥٦١ ظا ٠٠ ٦٠
٩٫٩٦٣٥٠٨ جتا ٢٨ ٢٣
٢٠٫٢١٠٦٩ يكون
١٠٫٠٠٠٠٠ جانصف القطر
١٠٫٢٠١٠٦٩ ينظر من الظل = ١٥ ٥١ ٠٣ = قوس حل ف
٠٠ ٠٠ ٢٤ طرح
٤٥ ٠٨ ٢٠ = مطالع مستقيم الشمس

في استخراج مطالع مستقيم الشمس اذا علم ميلها واسم الفصل

مثال أول

اذا كانت الشمس في فصل الربيع وميلها يساوى ١٧ ٢٢ شمالى والمطلوب مقدار المطالع المستقيم يقال في مثلث حل ع ع القائم الزاوية ظل تمام الزاوية الحادة يساوى ظل تمام الضلع المقابل لها في جيب الضلع المقابل للزاوية الحادة الاخرى كما في النتيجة (السادسة) وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى يطرح ظل تمام الميل من ظل تمام الزاوية المقابلة له اعنى ٢٣ درجة و٢٨ دقيقة وينظر على الباقي من الجيب ينتج مقدار المطالع المستقيم

صورة العمل

٢٠٫٣٦٢٣٨٩ ظتا ٢٨ ٢٣ + نصف القطر
١٠٫٣٨٧٤٣٩ ظتا ميل الشمس ١٧ ٢٢ طرح

٩٫٩٧٤٩٥٠ جا نظر = ٥٤ ٤٢ ٠٤ = مطالع مستقيم الشمس

مثال ثانى

ميل الشمس يساوى ١٥ ١٨ شمالى والشمس في فصل الصيف والمطلوب مطالع مستقيمها

صورة العمل

١٠٫٣٦٢٣٨٩ ظلتا ٢٣ ٢٨ + نصف القطر
١٠٫٤٨١٨١٥ ظلتا ميل الشمس ١٨ درجة و ١٥ دقيقة شمالي طرح

٩٫٨٨٠٥٧٤ يناظر من الجيب = ٤٣ ١٧ ٠٣ = قوس ميزان ص
٠٠ ٠٠ ١٢ طرح
١٧ ٤٢ ٠٨ = مطلع مستقيم الشمس

مثال ثالث

ميل الشمس ١٩ جنوبي والشمس في فصل الخريف والمطلوب مطلع مستقيم الشمس

صورة العمل

١٠٫٣٦٢٣٨٩ ظلتا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + نصف القطر
١٠٫٤٦٣٠٢٨ ظلتا ١٩ ميل الشمس
٩٫٨٩٩٣٦١ من الجيب = ٣ ساعات و ٥٩ دقيقة و ٥٦ ثانية ميزان صة
٠٠ ٠٠ ١٢
٥٦ ٥٩ ١٥ = مطلع مستقيم الشمس

مثال رابع

ميل الشمس ١٧ درجه و ٥ دقيقه جنوبي والشمس في فصل الشتاء والمطلوب مطلع مستقيم

صورة العمل

١٠٫٣٦٢٣٨٩ ظلتا ٢٣ درجه و ٢٨ دقيقه + ١٠ نصف القطر
١٠٫٤٩٢٥٤٠ ظلتا ١٧ درجه و ٥٠ دقيقه طرح

٩٫٨٦٩٨٤٩ جا نظيره = ١٧ ١١ ٠٣ = قوس حل ف
٠٠ ٠٠ ٢٤
٤٣ ٤٨ ٢٠ = مطلع مستقيم الشمس

٨٥ في كيفية استخراج ميل الشمس اذا علم المطلع المستقيم

مثال أول

ع د س

مطالع مستقيم الشمس يساوى ٤ ر ٤٢ ر ٥٤ والمطلوب ميل الشمس (الجواب) يقال في مثلث ح ل ع ع الكروى القائم الزاوية ظل تمام الزاوية الحادة التي مقدارها ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه يساوى ظل تمام ميل الشمس في جيب الضلع المقابل للزاوية الحادة الاخرى كما تقدم في العمل السابق

أو ظتا ميل الشمس يساوى ظتا $\frac{\text{٢٣ درجه و٢٨ دقيقه}}{\text{٤ ساعات و٤٢ دقيقه و٥٤ ثانيه}}$ وبالعمل

اللوغاريتمى يؤخذ ظل تمام ٢٣ درجة و٢٨ دقيقة و يضاف عليه نصف القطر و يطرح من الحاصل جيب ٤ ساعات و٤٢ دقيقه و٥٤ ثانيه و ينظر على الباقى من تمام الظل ينتج مقدار ميل الشمس وحيث كان مقدار مطلع مستقيم الشمس ٤ ساعات و٤٢ دقيقه و٥٤ ثانيه فتكون الشمس في فصل الربيع

صورة العمل

١٠ر٣٦٢٣٨٩ ظتا ٢٣ درجة و٢٨ دقيقة + ١٠ نصف القطر
٩ر٩٧٤٩٤٧ جا ٤ ساعات و٤٢ دقيقة و٥٤ ثانية مطلع مستقيم الشمس طرح
١٠ر٣٨٧٤٤٢ ينظر من ظل التمام يساوى ٢٢ درجه و١٧ دقيقه ميل الشمس شمالى

مثال ثانى

مطالع مستقيم الشمس يساوى ٨ ساعات و٤٢ دقيقة و١٨ ثانيه والمطلوب مقدار الميل (الجواب) حيث كان مطلع مستقيم الشمس أكثر من ست ساعات فيطرح من ١٢ ساعه و يصير العمل في المثلث ميزان س سَ كما في السابق وتكون الشمس في فصل الصيف وميلها شمالى

صورة العمل

١٠٫٣٦٢٣٨٩ ظلتا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + ١٠ نصف القطر
٩٫٨٨٠٠٥٩ جا ٣ ساعات و ١٧ دقيقه و ٤٢ ثانيه باقى طرح مطالع مستقيم الشمس من ١٢ ساعه

١٠٫٤٨١٨٣٠ ظلتا نظر = ٨ درجة و ١٥ دقيقة = ميل الشمس شمالى

مثال ثالث

مطالع مستقيم الشمس يساوى ١٥ ساعه و ٢٩ دقيقة و ٥٦ ثانية والمطلوب ميلها (الجواب) حيث كان مطالع مستقيم الشمس أكثر من ١٢ ساعه فيطرح منه ١٢ ساعه و يصير العمل فى مثلث ميزان ص ص وتكون الشمس فى فصل الخريف وميلها جنوبى

صورة العمل

١٠٫٣٦٢٣٨٩ ظلتا ٢٣ درجة و ٢٨ دقيقة + ١٠ نصف القطر

″	′	ء
٥٦	٢٩	١٥
٠٠	٠٠	١٢

٩٫٨٩٩٦٧٠ جا ٥٦ ٢٩ ٠٣ ميزان ص ص

١٠٫٤٦٢٧١٩ ينظر من خل التمام = ٤٥ ٠٠ ١٩ = ميل الشمس جنوبى

مثال رابع

مطالع مستقيم الشمس يساوى ٢٠ ساعه و ٤٨ دقيقه و ٤٣ ثانيه والمطلوب ميلها (الجواب) يقال حيث كان مقدار مطالع مستقيم الشمس اكثر من ١٨ ساعه واقل من ٢٤ ساعـه فيطرح من ٢٤ ساعه ويصير العمل فى مثلث حمل ف ف وتكون الشمس فى فصل الشتاء وميلها جنوبى

صورة العمل

٢٠/٣٦٢٣٨٩ ظتا ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه + ١٠ نصف القطر

٤	ـ	ـ
٣٠	٤٨	٤٣
٢٤	٠٠	٠٠
٠٣	١١	١٧

جا ٩/٨٦٩٨٤٧

١٠/٤٩٢٠٤٢ ظتا نظره ١٧ درجه و٠٥ دقيقه = ميل الشمس جنوبي

٨٦ المطلوب طول الشمس اذا علم مقدار مطلعها المستقيم

مثال أول

مطالع مستقيم الشمس يساوي ٤ ساعات و٤٢ دقيقه و٥٥ ثانيه والمطلوب طول الشمس (الجواب) يقال في مثلث جل ع عَ الكروى القائم الزاوية ظل تمام الوتر يساوي ظل تمام أحد الاضلاع في جيب تمام الزاوية المحصورة بين الوتر والضلع المذكور كما هو مذكور في النتيجة (٥) اعني ظتا جل ع = ظتا ٤ ساعات و٤٢ دقيقه و٥٥ ثانيه في جتا ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه أو يضم ظل تمام مطالع مستقيم على جيب تمام ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه ويطرح من الحاصل نصف القطر وينظر على الباقي من ظل التمام ينتج مقدار طول الشمس

صورة العمل

٩/٥٤٣٦٠١ ظتا ٤ ساعات و٤٢ دقيقه و٥٥ ثانية

٩/٩٦٢٥٠٨ جتا ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه ضم

١٩/٥٠٦١٠٩ يكون

١٠/٠٠٠٠٠٠ نصف القطر

٠٩/٥٠٦١٠٩ ينظر من ظل التمام يساوي ٧٢ درجه و١٣ دقيقه = طول الشمس

مثال ثاني

مطالع مستقيم الشمس يساوي ٨ ساعات و٤٢ دقيقه و٨ ثانيه والمطلوب طول الشمس (الجواب) يقال حيث كان مطالع مستقيم الشمس

اكثر من ٦ ساعات وأقل من ١٢ ساعه فيطرح من ١٢ ساعه ويصير الباقى ٣ ساعات و١٧ دقيقه و٤٢ ثانيه ويصير العمل فى مثلث ميزان سه سه و بعد استخراج ضلع ميزان سه يطرح من ١٨٠ درجة ينتج مقدار طول الشمس

صورة العمل

٩٫٩٣٢٦٥٠ ظتا ٣ ساعات و١٧ دقيقه و٤٢ ثانيه
٩٫٩٦٢٠٠٨ جتا ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه ضم

١٩٫٨٩٥١٥٨ يكون
١٠٫٠٠٠٠٠٠
٠٩٫٨٩٥١٥٨ ظتا نظر = ٥١ ٥١ ٠٥١

١٨٠ ٠٠ طرح
١٢٨ ٠٩ طول الشمس

مثال ثالث

مطلع مستقيم الشمس يساوى ١٥ ساعه و٢٩ دقيقه و٥٦ ثانية والمطلوب طولها (الجواب) يقال حيث كان مقدار مطلع مستقيم الشمس أكثر من ١٢ ساعه وأقل من ١٨ ساعه يطرح من مقدار المطلع المستقيم المذكور ١٢ ساعه فيصير الباقى ٣ ساعات و٢٩ دقيقه و٥٦ ثانيه ويصير العمل فى مثلث حل صه صه و بعد استخراج مقدار قوس ميزان صه يضم عليه ١٨٠ درجه ينتج طول الشمس

صورة العمل

٩٫٨٨٥٢٤٢ ظتا ٣ ساعات و٢٩ دقيقه و٥٦ ثانيه
٩٫٩٦٢٠٠٨ جتا ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه ضم

١٩٫٨٤٧٧٥٠ يكون
١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٠٩٫٨٤٧٧٥٠ ظتا نظر ٣٠ ٥٠ ٥٤ + ١٨٠ درجه

= ٣٠ ٫٥٠ ٫٢٣٤ طول الشمس

مثال رابع

مطالع مستقيم الشمس ٢٠ ساعه و٤٨ دقيقه و٤٣ ثانيه والمطلوب طول الشمس (الجواب) يقال حيث كان مطالع مستقيم الشمس أكثر من ١٨ ساعه وأقل من ٢٤ ساعه فيطرح من ٢٤ ساعه فيصير الباقى ٣ ساعات و١١ دقيقه و١٧ ثانيه وبصير العمل فى مثلث حل ف ق وبعد استخراج مقدار قوس حل ف يطرح من ٣٦٠ درجه ينتج مقدار طول الشمس

صورة العمل

٩٫٩٥٧١٦٨ ظمتا ٣ ساعات و١١ دقيقه و١٧ ثانيه
٩٫٩٦٢٥٠٠٨ جتا ٢٣ درجه و٢٨ دقيقه ضم
١٩٫٩١٩٦٧٦ يكون
١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٠٩٫٩١٩٦٧٦ ظمتا نظر = ١٥ ١٦ ٠٥٠
٠٠ ٠٠ ٣٦٠
٤٥ ٤٣ ٣٠٩ = طول الشمس

٨٧ فى بيان استخراج وقت دخول الشمس فى برج الحمل سنة ١٨٧٤ وطريق ذلك يؤخذ ميل الشمس يوم ٢٠ مارت ويكون جنوبيا وميل الشمس يوم ٢١ مارت ويكون شماليا ثم يجمع أحدهما على الآخر فينتج مقدار حركة الشمس فى الميل فى مدة ٢٤ ساعه ثم يقال حيث ان حركة الشمس فى مدة ٢٤ ساعه كذا دقائق وثوانى فكم يلزم من الساعات والدقائق التى تقطع فيها الشمس مقدار ميلها فى يوم ٢٠ مارت ثم يصير استخراج مقدار الحد الرابع من التناسب فيصير مساويا للوقت دخول الشمس فى برج الحمل هكذا

صورة العمل

٢٥ ٠٦ ٠٠ ميل الشمس فى يوم ٢٠ مارت سنة ١٨٧٤ جنوب
١٦ ١٧ ٠٠ شرحه فى ٢١ مارت شمال
٤١ ٢٣ ٠٠ فرق ميل اليومين فى مدة ٢٤ ساعه

نسبه

نسبة ٤١ ٢٣ : ٢٥ ٠٦ :: ٢٤ ساعه : س او س

= (٢٤ ساعه × ٦ دقائق و٥٢ ثانيه) / (٢٣ دقيقه و١٤ ثانيه) = ٩ ٣٠ ٦ ٠ وقت دخول الشمس

في برج الحمل ومن ذلك الوقت يصير حساب طول الشمس ويؤخذ من كل يوم مقدار درجة واحدة

في تصحيحات ميل الشمس

٨٨ حيث كانت حركة الشمس على محيط دائرتها غير منتظمة وانها تقطع ذلك المحيط في مدة سنه شمسية مقدارها ٤٩ ٤٨ ٥ و ٣٦٥ يوما وفي كل أربع سنوات يتكون من الكسور الموجودة في كل سنة التي هي ٥ ساعات و٤٨ دقيقه و٤٩ ثانيه سنة كبيسة مقدارا يامها ٣٦٦ يوما اعني يضرب ٤٩ ٤٨ ٥ × ٠٤ = ١٦ ١٥ ٢٣ وهذا المقدار ينقص عن يوم واحد مقداره ٢٤ ساعه بقدر ٤٤ دقيقه و٤٤ ثانيه وبهذا السبب يحصل اختلاف ميل الشمس في كل سنة عن السنة التي قبلها او بعدها وحيث كان ذلك فيلزم المحال لوجود كتاب معرفة الازمان المحرر سنوي لكن باستعمال الجدول الآتي يصير تصحيح ميل الشمس وتحويله من اى سنة يكون معلوم ميلها الى اى سنة يطلب فيها ميل الشمس المذكور وهذا الجدول محرر به أسماء الشهور الافرنجية من جهة اعلاه ومأخوذ من كل شهر يوم ١ و ٧ و ١٣ و ١٩ و ٢٥ وموجود في الخانة التي في يسار الجدول مقدار السنين من ٤ و ٨ و ١٦ و ٢٠ ومحرر داخل خانات الفرق الذي يحصل في كل أربعة سنين تحت كل شهر من الشهور المذكورة

وكيفية استعمال الجدول المذكور أن يطرح تاريخ السنة المعلوم فيها ميل الشمس من تاريخ السنة المطلوب فيها مقدار الميل والباقي يؤخذ

من صحيفة الجدول من اليسار و يقابل باليوم المطلوب فيه ميل الشمس من الشهر الموجود به و يؤخذ العدد الذي يوجد بعلامته فان كان يوجد بعلامة ناقص يطرح من ميل اليوم الموجود في السنة الموجود فيها ميل الشمس وان كان يوجد بعلامة زائد يضم

مثال ذلك

اذا كان المطلوب معرفة ميل الشمس في يوم ١٣ جي شهر يوليو سنة ١٨٨٠ وكان موجود ميل سنة ١٨٧٤ فطريق ذلك أن تطرح سنة ١٨٧٤ من سنة ١٨٨٠ فيصير الباقي ٦ سنين فيؤخذ العدد المقابل لاربع سنوات من خانة ١٣ جي يوليو ثم يؤخذ العدد المقابل لمقدار ثمان سنوات فيوجد دقيقة واحدة فيؤخذ نصفه أي ٣٠ ثانية بعلامتها ناقص و يطرح مقدار ٣٠ ثانية من ميل يوم ١٣ جي يوليو سنة ١٨٧٤ ينتج ميل يوم ١٣ جي يوليو سنة ١٨٨٠ وقس على ذلك

(مثال ثاني)

المطلوب ميل الشمس في ١٩ جي ابريل سنة ١٨٨٥ والموجود ميل الشمس سنة ١٨٧٣ يؤخذ من الجدول ١٢ سنه و ١٩ جي ابريل فيوجد دقيقة ٢ يضم على ميل اليوم المذكور هكذا

صورة العمل

ج	د	ث	
٩	٥٣	٣٦	ميلا ١٩ جي ابريل سنة ١٨٧٣

١٨٨٥ طارح

١٢ سنه

ج	د	ث	
٩	٥٣	٣٦	ميل ١٩ جي ابريل سنة ١٨٧٣
	٢	٠٠	العدد المقابل الى ١٢ ثانية سنة ضم
٩	٥٥	٣٦	ميل الشمس ١٩ جي ابريل سنة ١٨٨٥

وهذه صورة الجدول المذكور

عدد السنين	اشهر															عدد السنين
	مارث					فبرايو					ينوايو					
	أيام					أيام					أيام					
	٢٥	١٩	١٣	٧	١	٢٥	١٩	١٣	٧	١	٢٥	١٩	١٣	٧	١	
	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
٠٤	١	١	١	١	١	١	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠٤
٠٨	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٠	٠	٠٨
١٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	١	١	١	٠	١٢
١٦	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	١	١	١٦
٢٠	٤	٤	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٢	١	١	١	٢٠

عدد السنين	يوليو					مايس					ابريل					عدد السنين
	أيام					أيام					أيام					
	٢٥	١٩	١٣	٧	١	٢٥	١٩	١٣	٧	١	٢٥	١٩	١٣	٧	١	
	٠	٠	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
٠٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	١	١	١	١	١	١	٠٤
٠٨	٠	٠	٠	٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٠٨
١٢	٠	٠	٠	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٢
١٦	٠	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	١٦
٢٠	٠	٠	١	١	١	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٣٠

مدة الساعات	اشهر															مدة الساعات
	يوليو					اغسطوس					سبتمبر					
	ايام					ايام					ايام					
	١	٧	١٣	١٩	٢٥	١	٧	١٣	١٩	٢٥	١	٧	١٣	١٩	٢٥	
	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١	١	١	١	١	١	١	٤
٨	٠	٠	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٨
١٢	٠	١	١	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١٢
١٦	٠	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٣	١٦
٢٠	١	١	١	٢	٢	٢	٢	٢	٣	٣	٣	٣	٣	٤	٤	٢٠
	اوكتوبر					نوفبر					ديسمبر					
	ايام					ايام					ايام					
	١	٧	١٣	١٩	٢٥	١	٧	١٣	١٩	٢٥	١	٧	١٣	١٩	٢٥	
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	٠	٠	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
٤	٠	١	١	١	١	١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤
٨	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	١	٠	٠	٠	٠	٨
١٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	١	١	١	٠	٠	٠	١٢
١٦	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	١	٠	٠	٠	١٦
٢٠	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٢	٢	٢	٢	١	١	٠	٠	٢٠

جداول ميل الشمس المحررة في كتاب معرفة الازمان المجهول سنوي محسوب من وقت نصف نهار الكل يوم من أيام السنة وان القواعد المتعلقة بالارصاد الفلكية لاتتوقف على كيفية اجرائها وقت الزوال فقط بل انه يصير استعمالها في أي وقت كان سواء كان ذلك بالارصاد المأخوذة من الشمس نهارا أو بالارصاد المأخوذة من القمر والكواكب ليلا وحيث كان ذلك فيلزم تحويل ميل الشمس الى الوقت الذي يصير فيه رصد أحد الكواكب فان كان الوقت الذي يصير فيه أخذ ارتفاع الكوكب بعد الزوال فيحسب هذا الوقت وقتا فلكي وأما اذا كان الوقت الذي صار فيه أخذ ارتفاع الشمس أو أحد الكواكب من بعد نصف الليل فيحسب ذلك الوقت وقت اعتيادي ولاجل تحويله الى وقت فلكي يلزم طرح ١٢ ساعه من الوقت المذكور فيصير الباقي وقتا فلكيا أو يضم ١٢ ساعه على ساعات وقت العمل ويطرح يوم واحد من أيام تاريخ الشهر ينتج مقدار الوقت الفلكي وهذا بالنسبة لطول المكان المعتبر مبدأ طول وأما لو أريد تحويل ميل الشمس الى أي ساعة من ساعات الليل والنهار المنظورة في أي مكان كان فيصير تحويل ذلك الوقت الى وقت فلكي محل كما سبق ثم يحول طول المكان الى ساعات فان كان طول المكان شرقيا فيطرح زمن الطول من وقت فلكي محل وان كان الطول غربيا فيضم زمن الطول على وقت فلكي محل والناتج يكون وقت فلكي محل مبدأ الطول وبعد ذلك يصير استخراج ميل الشمس لليوم الذي يوجد في حساب فلكي مبدأ الطول وميل اليوم الذي بعده فاذا كان جنس ميلهما واحدا فيطرح الاقل من الاكثر والباقي يكون حركة الكوكب في مدة ٢٤ ساعه ثم يقال نسبة ٢٤ ساعه الى ساعات وقت فلكي مبدأ الطول :: فرق ميل اليومين المذكورين الى الطرف المجهول وبعد استخراجه يضم أو يطرح من ميل اليوم الاول على حسب تزايد الميل أو نقصه فينتج ميل الكوكب في وقت ساعة العمل أو أنه يؤخذ انساب ٢٤ ساعة وانساب فلكي مبدأ الطول وانساب فرق الميل

من جداول الاربعة المتناسبة ويضم لوغاريتم فلكى على لوغاريتم فرق الميل ويطرح من المجموع انساب ٢٤ ساعه وينظر على الباقى من الجداول المذكورة ينتج مقدار الطرف المجهول او يؤخذ المتمم اللوغاريتمى لاربعة وعشرين ساعة وهو ٩٠ ١٢٤٩ ويضم على انساب حساب فلكى وانساب فرق الميل ويطرح من الحاصل العشرات وينظر على الباقى من الجداول المذكورة ينتج مقدار الطرف المجهول أو يؤخذ انساب حساب فلكى وانساب فرق الميل من جداول الاربعة المتناسبة الموجودة فى كتاب اللوغاريتم الانكليزى ويصير جمعهما وينظر على الحاصل من الجداول المخصوصة لفرق الميل ينتج مقدار الطرف المجهول ومحل الجداول المذكورة معلومة فى كتاب اللوغاريتم وبيانه هكذا

مثال أول

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ جى شهر مايس جرى أخذ ارتفاع الشمس فى ٩ ساعات و٤٨ دقيقه و١٢ ثانيه قبل الزوال وأيضا صار أخذ ارتفاع الشمس فى ١ ساعه و٢٥ دقيقه و٣٠ ثانيه بعد الزوال وكان طول المكان ٢٨ درجه و٢٥ دقيقه شرق نصف نهار غرنويج والمطلوب تحويل ميل الشمس الى الوقت المأخوذ فيه ارتفاع الشمس قبل الزوال والوقت الذى بعد الزوال

صورة العمل

ث	ق	عه	يوم	
١٢	٤٨	٠٩	١٥	قبل الزوال يصير حساب اعتبارى محل
٠٠	٠٠	١٢	١	طرح يوم وضم ١٢ ساعه
١٢	٤٨	٢١	١٤	حساب فلكى محل
٤٠	٥٣	٠١		زمن الطول شرق يطرح
٣٢	٥٤	١٩	١٤	حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق الميل

ح ق ث

٢٠ ٣٩ ١٨ ميل ١٤ مايس (شمالى
٣٩ ٥٣ ١٨ ميل ١٥ شرحه (

١٩ ١٤ ٠٠ فرق ميل الشمس فى مدة ٢٤ ساعه

نسبة ٢٤ ساعه : ٣٢ ٥٤ ١٩ :: ١٩ ١٤ : سماوسه = ٥٣ ١١

(قاعدة أخرى)

٩ر١٢٤٩ المتمم اللوغاريتمى الى ٢٤ ساعه

٠ر٩٥٦٠ أنساب ١٩ ساعة و ٥٤ دقيقة و ٣٢ ثانية

١ر٠٩٩٤ أنساب ١٤ دقيقة و ١٩ ثانية

١ر١٨٠٣ ينظر من الجداول يتنح ٥٣ ١١ = الطرف المجهول

(قاعده أخرى من اللوغاريتم الانكليزى)

٠ر٠٨١٠٠ أنساب فلكى غرنويج ٣٢ ٥٤ ١٩ | يضم احدهما الى الاخر
١ر٠٩٩٤٣ أنساب فرق الميل ١٤ دقيقة ١٩ ثانية |

١ر١٨٠٤٣ ينظر من جدول فرق الميل يساوى ١١ دقيقة و ٥٣ ثانية

قاعدة أخرى بالاربعة المتناسبه من اللوغاريتم العربى

٠ر٨٧٥١ أنساب ٢٤ ساعه

٠ر٩٥٦٠ أنساب ١٩ ساعه و ٥٤ دقيقه و ٣٢ ثانيه

١ر٠٩٩٤ انساب ١٤ دقيقه و ١٩ ثانيه يضم الثانى والثالث ويطرح من المجموع الاول

٢ر٠٥٥٤

٠ر٨٧٥١

١ر١٨٠٣ ينظر من الجدول المذكور يوجد ٥٣ ١١ = الطرف المجهول

ث	ق	ه	يوم	
٣٠	٢٥	١	٠١	١٠ حيث بعد الزوال يصير حساب فلكي محلي
٤٠	٥٣	١	٠٠	زمن الطول شرق طرح
٥٠	٣١	٢٣	١٤	حساب فلكي غرنويج

ث	ق	د		
٢٠	٣٩	١٨	ميل ١٤	(مايس شمالي
٣٩	٠٣	١٨	ميل ١٥	)
١٩	١٤	٠٠	فرق ميل الشمس في مدة ٢٤ ساعه	

ث	ق	د	
٢٠	٣٩	١٨	ميل الشمس في ١٤ جي مايس شمالي
٥٣	١١	٠٠	ميل الشمس في التزايد بضم
١٣	٥١	١٨	ميل الشمس الصحيح في وقت ٩ ساعات و٤٨ دقيقه و١٢ ثانيه قبل الزوال

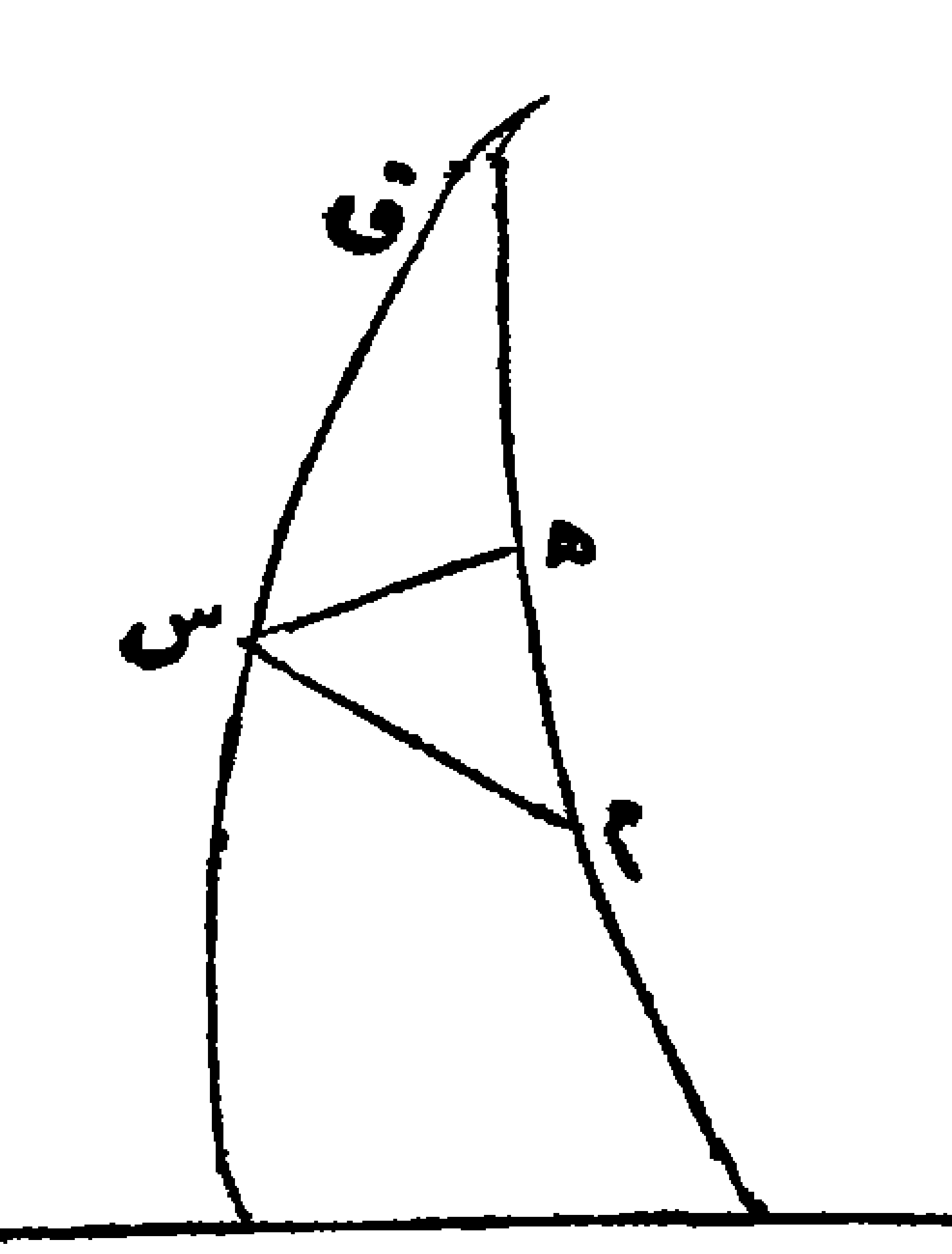
وبمثل هذا العمل يصير استخراج الحد المجهول بالنسبة لحساب فلكي غرنويج الذي مقداره ٢٣ ساعه و٣١ دقيقه و٥٠ ثانيه فيوجد ١٤ دقيقه و٢٥ ثانيه فيضم على ميل الشمس الموجود ليوم ١٤ جي مايس فيصير الحاصل ١٨ درجه و٥٣ دقيقه و٤٢ ثانيه يساوي ميل الشمس الصحيح بالنسبة للوقت الذي بعد الزوال وهو ١ ساعه و٣٥ دقيقه و٤٠ ثانية وبموجب هذا العمل يصير تحويل المطالع المستقيمة للشمس أو تحويل ميل القمر والكواكب الى الوقت الذي يصير فيه أخذ ارتفاع القمر او احد الكواكب المذكوره

٩٠ (في كيفية استخراج اتجاه قبلة الصلاة)

مثال ذلك اذا أريد استخراج اتجاه مكة المشرفه بالنسبة لثغر سكندريه المحميه يقال عرض مكة المشرفة يساوي ٢١ درجه و٢٨ دقيقه شمالي وطولها يساوي ٤٠ درجه و١٤ دقيقه و٥٠ ثانيه شرق نصف نهار غرنويج وعرض سكندريه ٣١ درجه و١١ دقيقه شمالي وطولها ٢٩

درجه و ٣٥ دقيقة شرقي واذا طرحنا طول سكندريه من طول مكة يصير الباقي ١٠ درجات و ٢١ دقيقه و ٤٥ ثانيه واذا رمزنا بحرف ق لموقع القطب الشمالي وبحرف س لموقع سكندريه وبحرف م لموقع مكة ثم رسمنا نصف نهاري ق س و ق م وصلنا قوس س م

فيحدث مثلث ق س م الكروي المائل الزاويه وفيه ضلع ق س يساوي ٥٨ درجه و ٤٩ دقيقه اعني تمام عرض سكندريه وضلع ق م يساوي ٦٨ درجه و ٣٢ دقيقه اعني تمام عرض مكة ومقدار الزاوية م ق س يساوي فرق الطولين ١٠ درجات و ٢١ دقيقه و ٤٥ ثانيه كما هو معلوم في هذا الشكل ولاجل حل هذا المثلث



تنزل من نقطة س عمود س ه على نصف نهار ق م فيحدث مثلث ق ه س القائم الزاويه في نقطة ه و يصير استخراج مقدار العمود ه س بهذا التناسب جا نصف القطر : جا ٥٨ درجة و ٤٩ دقيقة :: جا ١٠ درجة و ٢١ دقيقة و ٤٥ ثانية : جا ضلع س ه كما تقدم ذلك في القضية الثانية من علم المثلثات الكروية وبعد استخراج العمود ه س يصير استخراج ضلع ق ه ولذلك يقال جيب تمام الوتر يساوي حاصل ضرب تمام جيبي الضلعين الاخيرين كما في النتيجة الثانية المذكورة في حل المثلث القائم الزاويه اعني جتا ٥٨ درجه و ٤٩ دقيقه يساوي جتا مقدار س ه × جتا ق ه أو جتا ق ه يساوي $\frac{\text{جتا ٥٨ درجة و ٤٩ دقيقة}}{\text{جتا س ه}}$

اعني يصير طرح جيب تمام مقدار العمود س ه من جيب ٥٨ درجه و ٤٩ دقيقه و ينظر على الباقي من تمام الجيب ينتج مقدار ضلع ق ه واذا طرح مقدار ق ه من ٦٨ درجه و ٣٢ دقيقه يصير الباقي مساويا ه م

وحيث علم في مثلث سه هـ م الضلعين المحيطين بالقائمة فيصير استخراج مقدار الوتر سه م بمقتضى العملية السابقة اعني بضم جيب تمام ضلع هـ م على جيب تمام ضلع سه هـ وينظر على الحاصل من تمام الجيب ينتج مقدار الوتر سه م وحيث علم في مثلث ى م سه اضلاعه الثلاثة فيصير استخراج مقدار الزاوية ى سه م المقابلة للضلع ٦٨ درجه و٣٢ دقيقه وبعد استخراج مقدار الزاوية المذكورة يصير طرحها من ١٨٠ درجه فيصير الباقي مساويا للزاوية الاتجاه المطلوب اعني اتجاه مكة المشرفة ويكون جنوب مشرق

(صورة العمل)

٤٥	١٤	٤٠	طول مكة المشرفة شرق
٠٠	٥٣	٢٩	طول سكندريه شرق
٤٥	٢١	١٠	فرق الطولين شرق

مطلوب مقدار العمود هـ سه

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

٩٫٩٣٢٢٢٨ جا ٨٥ درجة و٤٩ دقيقة

٩٫٢٥٤٩٧٢ جا فرق الطولين ١٠ درجة و٤١ دقيقة و٤٥ ثانية

١٩٫١٨٧٢٠٠ جا نظر = ٨ درجة و٥١ دقيقة ١٥ ثانية = هـ سه

مطلوب ضلع ى م

١٩٫٤١٤١٤٤ جا عرض سكندريه ٣١ ١١ + ٠٠ نصف القطر

٩٫٩٩٤٧٩٤ جتا ١٥ ٥١ ٠٨ هـ سه

٩٫٧١٩٣٥٠ جتا نظر = ٥٨ ٢٤ = ى هـ

٣٢ ٥٨ تمام عرض مكة

٠٨ ١٠ = هـ م

مطلوب ضلع سـ م

٩٫٩٩٤٧٩٤ جتا ١٥ ٥١ ٨ = هـ سـ

٩٫٩٩٢١٧٢ جتا ٠٠ ٠٨ ١٠ هـ م

١٩٫٩٨٧٩٦٦

١٠٫٠٠٠٠٠٠ ° ' "

٩٫٩٨٧٩٦٦ جتا نظر = ٣٠ ٫٢٥ ٫١٣ = سـ م

مطلوب زاوية م سـ ق

٠٠ ٣٢ ٦٨ تمام عرض مكة

٠٫٠٦٧٧٧٢ قتا ٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض سكندرية

٠٫٠٦٣٤١٩٠ قتا ٣٠ ٢٥ ١٣ ضلع سـ م

٣٠ ٤٦ ١٤٠ يكون

٩٫٩٧٤٠٤٤ جا ١٥ ٢٣ ٧٠ نصف الحاصل

٠٠ ٢٢ ٦٨ تمام عرض مكة

٨٫٥٠٠٩٩٠٠ جا ١٥ ٥١ ٠١ باقي

١٩٫١٨٥٩٥٦

٩٫٥٩٢٩٧٨ ½ الحاصل جتا نظر =

° ' "

١٥ ٥٦ ٦٦ نصف الزاوية

١٥ ٥٦ ٦٦ ضم مثله

٣٠ ٫٥٢ ٫١٣٣

٠٠ ٫٠٠ ٫١٨٠

٣٠ ٫٠٧ ٫٠٤٦ اتجاه مكة المشرفة جنوب شرق

(في الدعاوي الفلكية)

٩١ (الدعوى الاولى في استخراج عرض المكان وقت الزوال)

العرض الذي يصير استخراجه وقت الزوال يكون بواسطة ارتفاع الشمس

الذي يؤخذ منها وقت مرورها من دائرة نصف نهار مكان الراصد وبواسطة
ميل الشمس المعلوم ولاجل معرفة وقت مرور الشمس من نصف نهار
المكان فيصير أخذ ارتفاع الشمس بالسكستان مرارا قبل وقت الزوال
وكلما تزايد ارتفاعها يصير أخذ الارتفاع على التوالى و يصير المداومة على
هذا العمل حتى يرى للراصد أن الشمس بطيئة فى الحركة ويظهر له مكونها
قليلا ثم يصير انخفاضها الى جهة الافق وحينئذ يعلم له ان الارتفاع المأخوذ
قبل حركة الشمس فى الهبوط هو غاية ارتفاع الشمس وقت مرورها من
نصف نهار المكان فاذا علم ذلك فيصير تصحيح الارتفاع المأخوذ من مقادير
نصف القطر وانحطاط الافق وانعطاف شعاع الشمس كما سبق فى بند (٤٨)
وبعد ذلك يصير استخراج ميل الشمس ليوم العمل ثم يصير تحويله الى وقت
نصف نهار المكان ولما كان ارتفاع الشمس مساو بالبعد الشمس
عن الافق فاذا طرح من ٩٠ درجة فيصير الباقى مساو بالتمام الارتفاع
وهو بعد الشمس عن سمت رأس الراصد وحيث كان بعد الشمس عن
خط الاستواء المأخوذ من دائرة نصف نهار المكان مساو بالميل الشمس
فحينئذ يصير استخراج بعد سمت الرأس عن خط الاستواء بواسطة تمام
ارتفاع الشمس وميله المأخوذ مقدارهما على دائرة نصف نهار المكان
(وبيانه) اذا توسطت الشمس بين نقطة سمت الرأس وخط الاستواء فيصير
جمع تمام الارتفاع على ميل الشمس و يصير الحاصل مساو بالمقدار
انخفاض خط الاستواء السماوى عن سمت الرأس الذى هو مقدار العرض
واذا توسط خط الاستواء بين نقطة سمت الرأس وموقع الشمس فيلزم طرح
ميل الشمس من تمام الارتفاع والحالة الاولى اذا كان ميل الشمس شماليا
والثانية اذا كان ميلها جنوبيا وكانت الشمس فى سمت جنوب الراصد
وعكس ذلك اذا وجدت الشمس فى جهة شمال الراصد ولتوضيح ذلك نرمز
بحروف ا ح ب ى لدائرة نصف نهار المكان كما فى شكل (٣٧) ونخط
ح ى لخط أول السموت بالنسبة لمكان الراصد ونقطة ح سمت الرأس
ونقطة ى سمت القدم و ا ب دائرة الافق ثم جعلنا قوس ا ح لجهة
شمال خط الاستواء وقوس ب ح لجهة الجنوب فاذا صار أخذ ارتفاع

الشمس

الشمس وهى فى سمت الجنوب فيعد مقدار الارتفاع من قوس ب ح
و يوضع نقطة لمحل الشمس المؤشر لها بحرف ش ثم فاذا كان ميل الشمس
شماليا فيجعل الشمس الى جهة شمال خط الاستواء و بعد مقدار ميل الشمس
الى نقطة (ز) و يرسم منها خط ز ح المار بالمركز فهذا الخط يكون هو
خط الاستواء السماوى و بعده عن سمت الرأس يكون مساويا لبعد المكان
عن خط الاستواء ومساو يا لارتفاع القطب عن الافق و يكون كل واحد
منها مساويا لعرض المكان كما فى بند (٣٥) وعلى ما ذكر اذا كان ميل الشمس
شماليا وكانت الشمس فى سمت جنوب الراصد فيضم تمام الارتفاع على
مقدار ميل الشمس ينتج مقدار العرض واذا كان ميل الشمس جنوبيا
فيلزم طرح ميل الشمس من تمام الارتفاع واما اذا كانت الشمس فى جهة
شمال الراصد وكان ميلها شماليا فيصير طرح ميل الشمس من تمام
الارتفاع واذا كان ميلها جنوبيا فيضم ميل الشمس على تمام الارتفاع
فينتج مقدار العرض المطلوب

(تنبيهات)

(الاول) اذا كان ميل الشمس أكثر من عرض المكان وكان جنسهما
شماليا فان الشمس ترى وقت أخذ الارتفاع منها فى جهة الشمال ومثل
ذلك اذا كان جنسهما جنوبيا فانها ترى فى جهة جنوب الراصد .

(الثانى) اذا كان ميل الشمس مساويا لتمام الارتفاع وكان ميل الشمس
شماليا والشمس فى سمت الجنوب فيكون مقدار عرض المكان مساويا
لمقدار ميل الشمس

(الثالث) اذا انطبق خط الاستواء السماوى على خط أول السموت فينعدم
مقدار العرض و يكون الراصد موجودا على خط الاستواء

(الرابع) اذا انطبق خط الاستواء المذكور على دائرة الافق فيكون الراصد
موجودا تحت أحد الاقطاب و يكون عرض المكان يساوى ٩٠ درجه

أمثلة من ذلك

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢ شهر مايس وجدت السفينة فى شمال خط الاستواء

وطول موقعها ٢٨ درجة و٤٠ دقيقة شرق غرنويج وارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما وارتفاع الشمس وقت الزوال وهي في سمت الجنوب ٧١ درجه و ٤٠ دقيقة والمطلوب عرض محل السفينة الصحيح

صورة العمل

″	′	ه	يوم	
٠٠	٠٠	٠٠	٠٢	وقت الزوال
٤٠	٥٤	١	٠٠	زمن الطول شرق
٢٠	٠٥	٢٢	٠١	حساب فلكي غرنويج

مطلوب فرق الميل

″	′	٥	
٣٧	٠٦	١٥	ميل ١ جي مايس
٣٧	٢٤	١٥	ميل ٢ جي مايس
٠٠	١٨	٠٠	فرق الميل في ٢٤ ساعه

مطلوب طرفشاني

٠٫٠٣٦١٥	انساب نجومي غرنويج
١٫٠٠٠٠٠	انساب فرق الميل
١٫٠٣٦١٥	انساب طرفشاني

″	′
٣٤	١٦

مطلوب ميل الشمس الصحيح

″	′	٥	
٣٧	٠٦	١٥	ميل ١ جي مايس
٣٤	١٦	٠٠	طرفشاني ضم
١١	٢٣	١٥	ميل شمالي

مطلوب ارتفاع صحيح

″	′	٥	
٠٠	٤٠	٧١	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
٥٤	١٥	٠٠	نصف القطر
٥٤	٥٥	٧١	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدم
٣٠	٥١	٧١	ارتفاع ظاهر
١٣	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع
١٧	٥١	٧١	ارتفاع صحيح قبله
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٣	٠٨	١٨	تمام ارتفاع ضم
١١	٢٣	١٥	ميل صحيح شمال
٥٤	٣١	٣٣	عرض سفينة صحيح شمالي

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر اوكتوبر وجدت السفينة في شمال خط الاستوا وكان طول موقعها شرق نصف نهار غرنويج ٢٨ درجه و ٣٥ دقيقة وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وارتفاع الشمس محيط أسفل وقت الزوال وهي في سمت جنوب الراصد ٤٢ درجة و ٣٠ دقيقة و ١٥ ثانية والمطلوب العرض الصحيح صورة العمل

ث	ق	س	يوم	
٠٠	٠٠	٠٠	٢٠	وقت الزوال
٢٠	٥٤	٠١	٠٠	زمن الطول شرق طارح
٤٠	٠٥	٢٢	١٩	حساب فلكي غرنويج

مطلوب فرق الميل

٣٤	٠١	١٠	ميل ١٩ جي اوكتوبر
١١	٢٣	١٠	ميل ٢٠ جي اوكتوبر
٣٧	٢١	٠٠	فرق الميل

مطلوب طرف ثاني

٠ر٣٥٨٢	انساب فلكي غرنويج
٠ر٩٢٠٤٨	انساب فرق الميل
٠ر٩٥٦٣٠	انساب طرف ثاني

=١٩ دقيقة و ٥٤ ثانية

مطلوب ميل صحيح

ث	ق	د	
٣٤	٠١	١٠	ميل ١٩ جي أوكتوبر
٥٤	١٩	٠٠	طرف ثاني الميل في التزايد يضم
٢٨	٢١	١٠	ميل جنوب

مطلوب ارتفاع صحيح

١٥	٣٠	٤٢	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
٠٨	١٥	٠٠	نصف القطر
٢٣	٤٥	٤٢	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدم
٥٩	٤٠	٤٢	ارتفاع ظاهر
٥٨	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع
٠١	٤٠	٤٢	ارتفاع صحيح سمت جنوب
٠٠	٠٠	٩٠	
٥٩	١٩	٤٧	تمام ارتفاع
٢٨	٢١	١٠	ميل الشمس جنوب طرح
٣١	٥٨	٣٦	عرض سفينة صحيح شمال

مثال ثالث

ارتفاع الشمس بعد التصحيح وجد ٨٢ درجه و ٢٠ دقيقه والشمس في سمت جنوب الراصد ومقدار ميل الشمس بعد التصحيح ١٦ درجه و ٤٠ دقيقه جنوبي والمطلوب عرض المكان

صورة العمل

ث	د	°	
٠٠	٢٠	٨٢	ارتفاع صحيح سمت جنوب
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	٤٠	٠٧	تمام ارتفاع
٠٠	٤٠	١٦	ميل صحيح جنوب
٠٠	٠٠	٠٩	عرض المكان جنوب

مثال رابع

ارتفاع الشمس وقت الزوال بعد التصحيح ٧٩ درجه و ٤٠ دقيقه والشمس في سمت شمال الراصد وميلها وجد بعد التصحيح ١٩ درجه و ٢٠ دقيقه شمالي والمطلوب مقدار عرض المكان

صورة العمل

ث	د	°	
٠٠	٤٠	٧٩	ارتفاع الشمس في سمت الشمال
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	٢٠	١٠	تمام ارتفاع
٠٠	٢٠	١٩	ميل الشمس صحيح شمالي
٠٠	٠٠	٠٩	عرض المكان شمالي

مثال خامس

ارتفاع الشمس وقت الزوال بعد التصحيح وجد ٧٥ درجه و ٥٠ دقيقة والشمس في سمت الجنوب ومقدار ميل الشمس صحيحا يساوي ١٤ درجه و ٤٥ دقيقة جنوبي والمطلوب مقدار العرض

صورة العمل

ثا	د	°	
٠٠	١٥	٧٥	ارتفاع الشمس الصحيح فى سمت الجنوب
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	٤٥	١٤	تمام ارتفاع
٠٠	٤٥	١٤	ميل الشمس جنوب
٠٠	٠٠	٠٠	يساوى العرض والسفينة تكون على خط الاستواء

مثال سادس

غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال وهى فى سمت الجنوب ٢٠ درجه و ٣٠ دقيقة وميل الشمس بعد التصحيح يساوى ٢٠ درجة و ٣٠ دقيقة شمالى والمطلوب مقدار عرض المكان

صورة العمل

ثا	د	°	
٠٠	٣٠	٢٠	ارتفاع الشمس الصحيح فى سمت الجنوب
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	٣٠	٦٩	تمام ارتفاع
٠٠	٣٠	٢٠	ميل الشمس صحيح شمالى
٠٠	٠٠	٩٠	اعنى السفينة تكون تحت القطب الشمالى

مناقشات الدعوى المذكورة

اذا كان عرض المكان ٣٦ درجه و ٥٨ دقيقة و ٣١ ثانية شمالى ووجد غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال ٤٢ درجة و ٤٠ دقيقة والمطلوب مقدار ميل الشمس

(الجواب) أن يصير طرح مقدار العرض من تمام ارتفاع الشمس فيصير الباقى مساويا ١٠ درجات و ٢١ دقيقه و ٢٩ ثانية وهو مساوى لميل الشمس ويكون جنوبيا

ثانيا اذا كان عرض المكان ٣٣ درجة و ٣١ دقيقة و ٤٥ ثانية شمالي وكان ميل الشمس ١٥ درجة و ٣٣ دقيقة و ١١ ثانية شمال المطلوب غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال

(الجواب) أن يصير طرح ميل الشمس من عرض المكان فيصير الباقي ١٨ درجة و ١٨ دقائق و ٣٤ ثانية مساو يا لتمام الارتفاع فاذا طرح من ٩٠ درجة يصير الباقي ٧١ درجة و ٤١ دقيقة و ٢٧ ثانية هو غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال

وأما كيفية استخراج انحراف البوصلة وقت الزوال فانه يؤخذ اتجاه الشمس بالبوصلة وقت مرور الشمس من نصف نهار المكان فيصير مقدار ذلك الاتجاه المأخوذ هو مقدار الانحراف وذلك لان الشمس وقت مرورها من نصف نهار المذكور توجد في سمت أحد القطبين أي انه اذا كانت الشمس موجودة في جهة جنوب الراصد فانها تكون على سمت اتجاه القطب الجنوبي وان وجدت في جهة شمال الراصد فانها تكون على سمت اتجاه القطب الشمالي

ولاجل معرفة جنس الانحراف المذكور ينظر للاتجاه المأخوذ من الشمس في وقت الزوال فان كان ذلك الاتجاه وجد في زاوية جنوب مغرب أو في زاوية شمال مشرق فانه يكون جنس الانحراف غربيا وأما اذا كان اتجاه الشمس المنظور من البوصلة يوجد في زاوية جنوب مشرق أو في زاوية شمال مغرب فحينئذ فيكون جنس الانحراف شرقيا بعكس الاول وبرهانه ظاهر لان الشمس متى كانت في زاوية جنوب مغرب أو شمال مشرق فيكون جنوب البوصلة موجودا على يسار الشمس التي هي في سمت أحد القطبين وحينئذ يكون شمال البوصلة منجذبا الى جهة المغرب و بمثل ذلك يصير التوضيح عن الانحراف الشرقي

الدعوى الثانية

٩٣ في استخراج العرض بواسطة النجوم

استخراج عرض المكان بواسطة أحد الكواكب المحررأسماؤها بالجداول التي في صحيفة (٢١) و (٢٢) أو المحررة في كتب معرفة الازمان وعلى

ذلك يصير البحث أولا عن وقت مرور أحد الكواكب المذكورة من نصف نهار المكان وهو أن يؤخذ مطالع مستقيم الكوكب المطلوب من الجداول المقابلة للكواكب ثم يصير أخذ مطالع مستقيم الشمس من كتاب معرفة الازمان ثم يطرح مطالع مستقيم الشمس من مطالع مستقيم الكوكب فيصير الباقي هو وقت مرور الكوكب من نصف نهار المكان فاذا لم يمكن طرح مطالع مستقيم الشمس من مطالع مستقيم الكوكب فيضاف على مطالع مستقيم الكوكب ١٢ ساعه او ٢٤ ساعه حسب الاقتضاء ثم يطرح مطالع مستقيم الشمس من الحاصل فينتج زمن الوقت الذي يصير مرور الكوكب فيه من نصف نهار المكان وحيث علم ذلك فبوقتها يصير أخذ ارتفاع من الكوكب ثم يصير تصحيحه من انحطاط الافق وانعطاف شعاع النجم وبعد ذلك يطرح من ٩٠ درجة فينتج مقدار تمام الارتفاع ثم يصير استخراج ميل الكوكب وينظر ان كان الكوكب وقت أخذ ارتفاعه يوجد في سمت جنوب الراصد وكان ميله شماليا فيضم مقدار الميل على مقدار تمام الارتفاع والناتج يكون مساويا بالعرض المكان وأما اذا كان الميل جنوبيا والكوكب في سمت جنوب الراصد فيطرح مقدار ميله من تمام الارتفاع والناتج يكون مقدار العرض المطلوب وعكس ذلك اذا كان الكوكب في سمت شمال الراصد وقد تقدم البرهان على ذلك في القضية الاولى كما صار في استخراج العرض بواسطة ارتفاع الشمس وقت مرورها من نصف نهار المكان وبتطبيق ذلك على شكل (٣٧) تعلم الكيفية

امثلة من ذلك

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٤ جي شهر ينوار بوالسفينة وجدت في شمال خط الاستواء وطول موقعها ٢٠ درجة و ٣٠ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وعند مرور النجم المسمى الدبران من نصف نهار المكان صار أخذ ارتفاعه وجد ٧٠ درجه و ٣٠ دقيقة وكان في سمت جنوب الراصد والمطلوب مقدار العرض

(الجواب) يؤخذ مطالع مستقيم نجم الدبران من جدول صحيفة ٢١

فيوجد ٤ ساعات و ٢٨ دقيقة وبعد ذلك يصير استخراج مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٤ شهر ينوار يوفيوجد ١٩ ساعة و ٤٤ دقيقة و ٣١ ثانية وحيث كان طول المكان شرقيا فيؤخذ مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٣ ويطرح احدهما من الآخر يصير الباقي ٤ دقائق و ١٩ ثانية مقدار فرق الطالع في مدة ٢٤ ساعه

ثم يصير استخراج ما يخص زمن الطول من الفرق المذكور وهو ان يقال نسبة ٢٤ ساعه :: ١ ساعه و ٤٢ دقيقة مقدار زمن الطول :: ٤ دقائق و ١٩ ثانية فرق الطالع : س المجهول او س = ٢ من الثواني وحيث كان مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٤ أكثر من مطلع مستقيم اليوم الذي قبله فيطرح مقدار ٢ من الثواني من مقدار مطلع مستقيم الشمس ليوم ١٤ فيصير الباقي ١٩ ساعه و ٤٤ دقيقة و ٢٩ ثانية وهو مقدار مطلع مستقيم الشمس الصحيح المقارن لموقع المكان وحيث هذا المقدار اكثر من مطلع مستقيم النجم الذي هو ٤ ساعات و ٢٨ دقيقة فيضم على ٤ ساعات و ٢٨ دقيقة مقدار ٢٤ ساعه فيصير الحاصل ٢٨ ساعة و ٢٨ دقيقة ثم يطرح من ذلك ١٩ ساعة و ٤٤ دقيقة و ٢٩ ثانية مقدار مطلع مستقيم الشمس فيصير الباقي مساويا ٨ ساعات و ٤٣ دقيقة و ٣١ ثانية وهو وقت مرور نجم الدبران من نصف نهار المكان وبوقتها يصير اخذ ارتفاع النجم المذكور ثم انه بواسطة الارتفاع وميل النجم يصير استخراج مقدار العرض كما يأتي

صورة العمل

ث	د	س	
٠٠	٢٨	٠٤	مطلع مستقيم نجم الدبران المأخوذ من جدول صحيفة (٢١)
٠٠	٠٠	٢٤	
٠٠	٢٨	٢٨	مطلع مستقيم
٢٩	٤٤	١٩	مطلع مستقيم الشمس المأخوذ من كتاب معرفة الازمان وصار تصحيحه
٣١	٤٣	٠٨	يساوي وقت مرور النجم من نصف نهار المكان

مطلوب ارتفاع صحيح

°	′	″	
٠٠	٣٠	٧٠	ارتفاع نجم الدبران المنظور فى سمت الجنوب
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدم
٣٦	٢٥	٧٠	ارتفاع ظاهر
٠٩	٠١	٠٠	انعطاف شعاع النجم
٢٧	٢٤	٧٠	ارتفاع صحيح سمت جنوب
٠٠	٠٠	٩٠	
٣٣	٣٥	١٩	تمام ارتفاع النجم
١٤	١٥	١٦	ميل نجم الدبران شمالى المأخوذ من جدول صحيفة (٢٨)
٤٧	٥٠	٣٥	عرض المكان شمالى

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤م فى يوم ٢ شهر ابريل كانت السفينة فى شمال خط الاستواء وطول موقعها ٥ درجات و ٣٠ دقيقة غرب نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وارتفاع النجم المسمى رجلوس وقت مروره من نصف نهار المكان ٥٠ درجه و ١٤ دقيقة و ٢٠ ثانية مطلوب عرض المكان

صورة العمل

°	′	″	
٤٠	٠١	١٠	مطالع مستقيم النجم رجلوس
٥١	٠٠	٠١	مطالع مستقيم الشمس يوم العمل
٤٩	٠٠	٠٩	وقت مرور نجم رجلوس من نصف نهار المكان

مطلوب ارتفاع صحيح

٢٠	١٤	٥٠	ارتفاع نجم رجلوس فى سمت جنوب الراصد
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدم
٥٦	٠٩	٥٠	ارتفاع ظاهر
٤٩	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع النجم
٠٧	٠٩	٥٠	ارتفاع صحيح سمت جنوب

٠٠	٠٠	٩٠	
٥٣	٥٠	٣٩	تمام ارتفاع
٥٦	٣٤	١٢	ميل نجم رجلوس شمالى
٤٩	٢٥	٥٢	عرض المكان شمالى

(مثال ثالث)

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٦ شهر يوليو وجدت السفينة في شمال خط الاستواء وطول موقعها ٢٧ درجة و ٣٠ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٣٠ قدما ووقت مرور النجم المسمى فم الحوت من نصف نهار المكان وجد ارتفاعه ٧٥ درجة و ٣٠ دقيقة ومطلوب مقدار العرض

صورة العمل

ث	ق	س	
٤١	٥٠	٢٢	مطلع مستقيم نجم فم الحوت المأخوذ من صحيفة (٢٢)
٣٣	٤٢	٠٧	مطلع مستقيم الشمس من كتاب معرفة الازمان
١٨	٠٨	١٥	حيث كانت ساعاته أكثر من ١٢ ساعة يطرح مقدار ١٢ ساعة
٠٠	٠٠	١٢	
١٨	٠٨	٠٣	وقت مرور نجم فم الحوت من نصف نهار المكان وذلك من بعد نصف الليل

مطلوب ارتفاع صحيح

ث	ق	د	
٠٠	٣٠	٧٥	ارتفاع نجم فم الحوت ووجد في سمت شمال الراصد
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع السفينة ٣٠ قدم
٣٦	٢٥	٧٥	ارتفاع ظاهر
١٦	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع النجم
٢٠	٢٥	٧٥	ارتفاع صحيح نجم سمت الشمال
٠٠	٠٠	٩٠	

٤٠	٣٤	١٤	تمام ارتفاع
٢٣	١٧	٣٠	ميل نجم فم الحوت شمالى من جدول (٢١) و (٢٢)
٤٣	٤٣	١٥	عرض المكان شمالى

(الدعوى الثالثة)

٩٣ (فى كيفية ايجاد العرض بواسطة ارتفاع القمر)

حيث كان فى بعض الايام تحجب الشمس بسبب تراكم الغمام ويحتاج الامر لمعرفة العرض ليلا فيصير اخذ ارتفاع القمر وقت مروره من نصف نهار المكان كما انه يؤخذ وقت مرور الكواكب منها وبواسطة الارتفاع المأخوذ من القمر وميله المعلوم فيصير استخراج العرض كما تقدم فى القضية الاولى والثانية تطبيقا على شكل (٣٧) ولاجل معرفة وقت مرور القمر من نصف نهار المكان ينظر اولا الى طول المكان وجنسه فاذا كان الطول شرقيا فيؤخذ مرور القمر ليوم العمل ومروره فى اليوم الذى قبله وان كان الطول غربيا فيؤخذ مرور القمر ليوم العمل ومروره فى اليوم الذى بعده ويطرح الاقل من الاكثر والباقى يكون فرق المرورين فى مدة ٢٤ ساعة ثم يصير تحويل الطول الى ساعات ثم يصير البحث على ما يخص تلك الساعات من فرق المرورين وبعد استخراج الحد المجهول يضم او يطرح من وقت مرور يوم العمل حسب تزايد وقت المرور او نقصه والناتج يكون مساويا لوقت مرور القمر من نصف نهار المكان ولاجل استخراج ميل القمر يصير تحويل وقت مرور القمر من نصف نهار المكان الى وقت فلكى غرنويج بساعات الطول ثم يصير استخراج ميل القمر من كتاب معرفة الازمان وهو ان يؤخذ تاريخ اليوم وعدد الساعات الموجودة فى حساب فلكى غرنويج المحررة فى يسار الجدول و يؤخذ الدرج والدقائق والثوانى الموجودة فى خانة ميل القمر فذلك يكون مقدار ميل القمر الصحيح المقابل لتاريخ اليوم والساعات الموجودة فاذا وجد مقدار من الدقائق والثوانى فى وقت فلكى غرنويج فيلزم اخذ ميل القمر الذى يوجد محاذيا لساعات غرنويج بعد اضافة مقدار ساعة عليها ثم يطرح احدهما من الآخر والباقى

يكون هو ما يخص مقدار الساعة الواحدة فى الميل ثم يصير استخراج ما يخص الدقائق والثوانى بهذا التناسب نسبة ساعة واحدة : الدقائق والثوانى الموجودة فى حساب فلكى غرنويج :: فرق الميل فى مدة الساعة الواحدة : مقدار الحد المجهول و بعد استخراجه يضم او يطرح من ميل القمر المأخوذ فى الاول والناتج يصير مقدار ميل القمر الصحيح و بعد هذا يصير استخراج نصف قطر القمر الافقى وكيفية ذلك ان ينظر اولا الى وقت مرور القمر فان كان وقت مروره قبل نصف الليل فيؤخذ نصف قطر افقى لنصف النهار و يؤخذ نصف القطر لنصف الليل و يطرح احدهما من الآخر واما اذا كان وقت مرور القمر من بعد نصف الليل فيلزم اخذ نصف قطر افقى لنصف الليل ثم نصف قطر لنصف النهار و يطرح الاقل من الاكثر والباقى يكون فرق نصف القطر الافقى فى مدة ١٢ ساعة وبالنسبة لهذا الفرق يصير استخراج الحد المجهول المقابل لساعات ودقائق وقت غرنويج ثم يضم او يطرح من مقدار نصف القطر المأخوذ فى الاول والناتج يكون مقدار نصف القطر الافقى الصحيح ثم يصير استخراج مقدار اختلاف المنظر و يصير تصحيحه بمثل ما تقدم فى تصحيح نصف القطر ولاجل استخراج نصف القطر الارتفاعى يؤخذ نصف قطره الافقى و يقابل مع مقدار ارتفاع القمر الظاهر من الجداول الموجودة باللوغاريتم ومحلها معلوم وهى محررة فى اللوغاريتم العربى بجدول (٢٠) وباللوغاريتم الانكليزى بنمرة ٤ والناتج يضم دائما على مقدار نصف القطر الافقى والحاصل يكون هو مقدار نصف القطر الارتفاعى فيضم على الارتفاع المأخوذ ان كان من محيطه الاسفل و يطرح ان كان من محيطه الاعلى و بعد ذلك يصير استخراج مقدار اختلاف المنظر الارتفاعى وهو ان يؤخذ ارتفاع القمر المحول الى مركزه و يصير مقابلته مع اختلاف المنظر الافقى من جدول ثالث عشر باللوغاريتم العربى والجداول المحررة باللوغاريتم الانكليزى بنمرة (٢٨٤) و يؤخذ المقدار الذى يوجد وكذلك يصير استخراج ما يخص مقدار الثوانى و يوضع تحت الاول و يضم ذلك على ارتفاع القمر المحول الى مركزه فينتج مقدار الارتفاع الصحيح ثم يطرح من ٩٠ درجة

والباقي يكون مساويا لتمام الارتفاع وبواسطة تمام ارتفاع وميل القمر الصحيح يصير استخراج العرض كما تقدم ذلك في القضية الاولى والثانية

(أمثلة من ذلك)

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٣ شهر ديسمبر السفينة وجدت في شمال خط الاستواء وطول موقعها ٢٩ درجة و٣٣ دقيقة شرق غرنويج ارتفاع سفينة ٢٠ قدما ووقت مرور القمر من نصف نهار المكان جرى اخذ ارتفاع القمر من محيطه الاسفل وهو في سمت جنوب الراصد ٦٢ درجة ٢٧ دقيقة و٥٢ ثانية والمطلوب عرض محل السفينة

صورة العمل

مطلوب وقت مرور القمر من نصف نهار المكان

ث	د	س	
٠٠	٥٠	١٢	مرور القمر في يوم ٢٣
٠٠	٤٦	١١	شرحه في ٢٢
٠٠	٠٤	٠١	فرق المرور في ٢٤ ساعه

مطلوب مقدار طرفشاني

١٫٠٧٩١٨ انساب ساعات الطول ١ ساعه و٥٩ دقيقه ٣٢ ثانيه
٠٫٤٤٩٠٩ انساب فرق مرور ٠٠ ر ٠٤ ر ١
١٫٥٢٨٢٧ انساب طرفشاني = ٢٠ ر ٥

مطلوب وقت المرور الصحيح

ث	د	س	
٠٠	٥٠	١٢	مرور القمر في ٢٣ جي ديسمبر
٢٠	٠٥	٠٠	طرفشاني بطرح
٤٠	٤٤	١٢	وقت مرور القمر من نصف نهار المكان وبوقتها يصير اخذ ارتفاع من القمر
٣٢	٥٩	١	ساعات الطول شرق
٠٨	٤٥	١٠	فلكي غرنويج

مطلوب ميل القمر الصحيح

″	′	°	
٢٢	٥١	٢٧	ميل القمر فى ٢٣ ديشمبر المقابل الساعه ١٠
٤٥	٤٨	٢٧	ميل القمر فى ٢٣ جى شهره المقابل الى ١١ ساعه
٣٧	٠٢	٠٠	فرق الميل فى مدة ساعة ١

مطلوب طرف ثانى

٠٫١٢٣٦٦	انساب ساعه ١
١٫٨٣٧٥٢	انساب فرق الميل ٣٧ ٢
١٫٩٦١١٨	انساب طرف ثانى = ١ دقيقه و ٥٨ ثانية

مطلوب ميل القمر صحيح

″	′	°	
٢٢	٥١	٢٧	ميل القمر فى ٢٣ ديشمبر شمال
٥٨	٠١	٠٠	طرف ثانى طرح
٢٤	٤٩	٢٧	ميل القمر صحيح شمالى

مطلوب نصف قطر أفق

٦	١٦	نصف قطر أفق لنصف النهار
١١	١٦	شرحه لنصف الليل
٠٥	٠٠	فرق نصف قطر

مطلوب طرف ثانى

٠٫٤٧٧٧	انساب فلكى غرنويج من جدول القمر
٣٫٣٣٤٤٥	انساب فرق نصف قطر ٥
٣٫٣٨٢٢٢	انساب طرف ثانى = ٤ ثانية

مطلوب نصف قطر أفق صحيح

″	′	
١٦	١٦	نصف قطر نصف النهار
٠٤	٠	طرف ثانى طرح
١٢	١٦	نصف قطر أفق صحيح

مطلوب

مطلوب اختلاف منظر أفق

″	′	
٣٧	٥٩	اختلاف منظر يوم ٢٣ نصف النهار
١٨	٥٩	شرحه نصف الليل
١٩	٠٠	فرق اختلاف منظر فى ١٢ ساعه

٠٫٠٤٧٧٧ انساب فلكى غرنويج

٢٫٧٥٤٦٧ انساب الفرق ١٩

٢٫٨٠٢٤٤ = ١٧ ثانية طرف ثانى

″	′	
٣٧	٥٩	اختلاف منظر نصف النهار
١٧	٠٠	طرف ثانى طرح
٢٠	٥٩	اختلاف منظر صحيح أفق

مطلوب ارتفاع ظاهر

″	′	°	
٢٥	٢٧	٦٢	ارتفاع قرمحيط أسفل
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٠١	٢٣	٦٢	ارتفاع ظاهر

يقابل ارتفاع ظاهر مع نصف القطر الافقى من جدول (٤) يلزم مقدار ١٥ ثانية تضم دائما على نصف القطر الافقى وهو ١٦ دقيقه و١٢ ثانيه فيصير الحاصل مساويا ١٦ دقيقه و٢٧ ثانيه وهو نصف قطر ارتفاعى

″	′	°	
٠١	٢٣	٦٢	ارتفاع ظاهر
٢٧	١٦	٠٠	نصف قطر ارتفاعى ضم
٢٨	٣٩	٦٢	ارتفاع مركز
٣٦	٢٦	٠	ثم يصير مقابله ارتفاع المركز واختلاف المنظر الافقى درج ودقائق
٠٩	٠٠	٠٠	المقابل لثوانى اختلاف المنظر بضم الجميع
١٣	٠٦	٦٣	ارتفاع القمر صحيح فى سمت الجنوب

٠٠	٠٠	٩٠	من سمت الرأس الى الافق
٤٧	٥٣	٢٦	تمام ارتفاع
٢٤	٤٩	٢٧	ميل القمر شمالى
١١	٤٣	٥٤	عرض سفينة شمال

مثال ثانى

سنة ١٨٧٠ فى يوم ١٠ شهر ابريل السفينة وجدت فى جنوب خط الاستواء وطول موقعها ٤٥ درجة و٢٠ دقيقة غرب نصف نهار غرنويج ارتفاع سفينة ٣٠ قدما ارتفاع القمر وقت مروره من نصف نهار المكان ٣٥ درجة و٥٢ دقيقة و٢٠ ثانية محيط اعلى مطلوب عرض محل السفينة (صورة العمل)

مطلوب وقت مرور القمر من نصف نهار المكان

ساعة	دقيقة	ثانية	
٠٨	٣٨	٠٧	مرور القمر فى ١٠ ابريل
٠٣	٣٣	٠٨	شرحه فى ١١ ابريل
٥٥	٥٤	٠٠	فرق المرور فى ٢٤ ساعه

نسبة ٢٤ ساعه : ٣ ساعات و١ دقيقه و٢٠ ثانية زمن الطول :: ٥٤ دقيقه و٥٥ ثانية فرق المرور : س او س = ٦ دقيقة و٥٣ ثانية طرف ثانى

مطلوب وقت المرور من نصف نهار المكان

ساعة	دقيقة	ثانية	
٠٨	٣٨	٠٧	مرور القمر فى ١٠ ابريل
٥٣	٠٦	٠٠	طرف ثانى الذى يخص ساعات الطول
٠١	٤٥	٠٧	وقت مرور القمر من نصف نهار المكان وبوقتها يؤخذ ارتفاع القمر
٣٠	٠١	٠٣	زمن الطول غرب ضم
٢١	٤٦	١٠	فلكى غرنويج

مطلوب

مطلوب ميل القمر

″	′	°	
١٣	٤١	١٨	ميل القمر في ١٠ ابريل ساعة ١٠
٢٠	٣٤	١٨	شرحه في ١٠ ابريل ساعه ١١
٥٣	٠٦	٠٠	فرق الميل في ساعة ١

مطلوب ميل القمر الصحيح

″	′	°	
١٣	٤١	١٨	ميل القمر في ١٠ ابريل ساعة ١٠
١٦	٠٥	٠٠	طرف ثاني الذي يخص ساعات غرنويج
٥٧	٣٥	١٨	ميل القمر صحيح شمالي

مطلوب فرق نصف القطر

″	′	
٤٧	١٥	نصف القطر في يوم ١٠ ابريل نصف النهار
٥٤	١٥	شرحه نصف الليل
٠٧	٠٠	فرق نصف القطر في مدة ١٢ ساعه

٠٤٧١٠ر٠ انساب فلكي غرنويج ١٠ ساعات و٤٦ دقيقة و٢١ ثانية
٣ر١٨٨٣٤ انساب فرق نصف قطر ٧ ثانية
٣ر٢٣٥٤٤ انساب طرف ثاني = ٦ ثانية

مطلوب نصف قطر افقي صحيح

″	′	
٤٧	١٥	نصف قطر في ١٠ ابريل نصف النهار
٠٦	٠٠	طرف ثاني ضم
٥٣	١٥	نصف قطر افقي صحيح

مطلوب اختلاف منظر

″	′	
٤٨	٥٧	اختلاف منظر في ١٠ ابريل نصف النهار
١٧	٥٨	شرحه في ١٠ نصف الليل
٢٩	٠٠	فرق اختلاف منظر في ١٢ ساعه

مطلوب طرف ثاني

٠٤٧١٠ز٠ انساب فلكي غرنويج

٢ر٥٧١٠٣ انساب فرق اختلاف منظر

٢ر٦١٨١٣ انساب طرف ثاني ٢٦ ثانية

مطلوب اختلاف منظر صحيح

ً	ُ	
٤٨	٥٧	اختلاف منظر في ١٠ ابريل نصف النهار
٢٦	٠٠	طرف ثاني ضم
١٤	٥٨	اختلاف منظر افقي صحيح

ولاجل استخراج نصف قطر القمر الارتفاعي يؤخذ ارتفاع القمر من بعد طرح حصة ارتفاع السفينه ويقابل مع نصف قطر الافقي من جدول (٤) من اللوغار يتم الانكليزي فيوجد عشرة ثواني دائما تضم على نصف قطر افقي واذا أخذ من جدول عشرين من اللوغاريتم العربي ينتج مقدار نصف قطر ارتفاعي وبعد ضم أو طرح نصف القطر من الارتفاع الظاهر وتحويله الى ارتفاع مركز فيصير مقابلته مع اختلاف منظر من الجدول المحرر في صحيفه ٢٨٤ من اللوغار يتم الانكليزي فيوجد مساويا ٤٥ دقيقه و١٥ ثانيه ومن اللوغار يتم العربي من الجدول الثالث عشر ثم يؤخذ من الجداول المذكوره العدد المقابل للثواني فيوجد مقدار ١١ ثانيه ثم يضم مقدارهما على ارتفاع القمر المحول الى المركز فيصير الحاصل هو مقدار الارتفاع الصحيح هكذا

ً	ُ	٥	
٢٠	٥٢	٣٥	ارتفاع مأخوذ محيطا على
٢٤	٠٥	٠٠	ارتفاع سفينه ٣٠ قدما طرح
٥٦	٣٦	٣٥	ارتفاع القمر ظاهر
٠٣	١٦	٠٠	نصف قطر ارتفاعي طرح
٥٣	٢٠	٣٥	ارتفاع مركز

٥١	٤٥	٠٠	اختلاف منظر مقابل للدرج والدقائق
١١	٢٠	٠٠	مقابل لحصة الثوانى
٥٥	١٦	٣٦	ارتفاع صحيح سمت شمال
٠٠	٠٠	٩٠	من سمت الرأس الى الافق
٠٥	٤٣	٥٣	تمام ارتفاع
٥٨	٣٥	١٧	ميل القمر شمالى
٠٧	٠٧	٣٥	عرض المكان جنوب

٩٤ (الدعوى الرابعة فى كيفية استخراج زمن فضل الدائر)

زمن فضل الدائر هو عبارة عن مقدار الزاوية القطبية المحصورة بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة نصف النهار المارة بالشمس فى الوقت المطلوب ومقدار هذه الزاوية يؤخذ على خط الاستواء ويفهم من هذا التعريف ان مقدار زمن فضل الدائر يكون مساويا للزمن الباقى الى الزوال أو الزمن الذى يمضى من وقت الزوال الى وقت العمل ولاجل استخراج مقدار هذا الزمن يؤخذ ارتفاع من الشمس قبل الزوال أو بعده ثم يصير تصحيحه من مقادير نصف القطر وارتفاع المكان وانعطاف الشعاع كما تقدم فى بند (٤٨) وبعده يصير استخراج ميل الشمس ويصير تصحيحه أيضا وبواسطة الارتفاع وميل الشمس ومقدار عرض المكان المعلوم مقاديرهم يصير استخراج مقدار زمن فضل الدائر بالعمل الآتى

وبيانه اذا فرضنا كما فى شكل (٣٨) ان ا ب ح ى دائرة نصف نهار المكان و ا ب دائرة الافق و ح ى أول السموت و هـ و محور العالم و ز ح خط الاستواء السماوى وفرضنا ان الشمس وقت أخذ ارتفاعها كانت فى نقطة شـ ثم رسمنا دائرة ح شـ ى السمتية وكذلك دائرة هـ شـ و دائرة الميل فيحدث من تقاطع الدوائر الثلاثة مثلث ح هـ شـ الكروى الذى أضلاعه الثلاثة معلومة لان قوس م شـ يساوى لارتفاع الشمس وتمامه يساوى ح شـ وقوس

ا ﻫ يساوى لعرض المكان وتمامه قوس ح ﻫ وايضا قوس ك ش يساوى لمقدار ميل الشمس وتمامه هو ﻫ ش ثم انه بواسطة الاضلاع المعلومة يصير استخراج مقدار نصف الزاوية ح ﻫ ش القطبية التى تقاس بقوس ر ك المأخوذ من خط الاستواء وبتطبيق هذه القضية على قوانين المثلثات الكروية يكون جيب نصف الزاوية القطبية يساوى لحاصل جزر جيب التفاضل بين أحد ضلعى الزاوية ونصف مجموع الاضلاع مضروبا فى جيب التفاضل بين الضلع الثانى ونصف مجموع الاضلاع مقسوم على حاصل ضرب جيبى الضلعين المحيطين بالزاوية المذكورة وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى يصير جمع جيب التفاضل الاول على جيب التفاضل الثانى ويصير جمعهما ثم يؤخذ جيب كل من الضلعين المحيطين بالزاوية ويطرح مجموعهما من المجموع الاول ويؤخذ نصف الباقى من الجيب فينتج مقدار نصف الزاوية وبالتضعيف يكون الناتج مساويا بالزمن فضل الدائر المطلوب ثم انه ينظر الى الوقت الذى أخذ فيه ارتفاع الشمس فان كان قبل الزوال فيصير طرح زمن فضل الدائر من ١٢ ساعه والباقى يصير هو مقدار الزمن المأخوذ فيه ارتفاع الشمس وان كان الوقت المأخوذ فيه الارتفاع من بعد الزوال فحينئذ يصير زمن فضل الدائر هو الوقت المطلوب

(مثال أول)

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ شهر مايس عرض سكندريه شمالى ٣١ درجه و ١١ دقيقه وطول موقعها ٢٩ درجه و ٥٣ دقيقه شرق غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفى الساعه ٨ و ٣٠ دقيقه قبل الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس من محيطها الاسفل وجد ٤٤ درجه و ٦ دقائق و ١٧ ثانيه والمطلوب زمن فضل الدائر والوقت الصحيح

ث	د	س	يوم	
٠٠	٣٠	٠٨	١٥	وقت اعتيادى ميل
٠٠	٠٠	١٢	٠١	طرح يوم وضم ١٢ ساعه
٠٠	٣٠	٢٠	١٤	

٣٢ ٥٩ ٠١ ٠٠ زمن الطول شرق

٢٨ ٣٠ ١٨ ١٤ وقت فلكى غرنويج

(مطلوب فرق الميل)

٢٠ ٣٩ ١٨ ميل الشمس فى ١٤ مايس شمالى

٣٩ ٥٣ ١٨ ميل الشمس فى ١٥ مايس شمالى

١٩ ١٤ ٠٠ فرق الميل فى ٢٤ ساعه

(مطلوب طرف ثانى)

٠٫١٠٣٠٤ أنساب فلكى غرنويج ١٨ ساعة و ٣٠ دقيقة و ٢٨ ثانية

١٫٠٠٩٩٤٣ أنساب فرق الميل ١٤ دقيقة و ١٩ ثانية

١٫٠٢١٢٤٧ أنساب طرف ثانى ١١ دقيقة و ٠٢ ثانية

(مطلوب ميل الشمس صحيح)

٢٠ ٣٩ ١٨ ميل الشمس فى ١٤ مايس

٠٢ ١١ ٠٠ طرف ثانى

٢٢ ٥٠ ١٨ ميل صحيح شمالى

٠٠ ٠٠ ٩٠

٣٨ ٠٩ ٧١ تمام ميل

١١ ٣١ عرض

٠٠ ٩٠

٤٩ ٥٨ تمام عرض

حيث أن العرض والميل من جنس واحد يلزم طرح ميل الشمس الصحيح من ٩٠ درجة والناتج يكون مقدار تمام الميل

مطلوب ارتفاع صحيح)

١٧ ٠٦ ٤١ ارتفاع مأخوذ محيط أسفل

٥١ ١٥ ٠٠ نصف قطر

٠٨ ٢٢ ٤١ ارتفاع مركز

٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة ٢٥ قدما

٤٤ ١٧ ٤١ ارتفاع ظاهر

٠٠ ٠١ ٠٠ انعطاف شعاع

٤٤ ١٦ ٤١ ارتفاع صحيح

٠٠ ٠٠ ٩٠

١٦ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع

مطلوب زمن فضل الدائر

ثا	د	ء	
١٦	٤٣	٤٨	تمام ارتفاع
٠٠	٤٩	٥٨	تمام عرض
٣٨	٠٩	٧١	تمام ميل
٥٤	٤١	١٧٨	المجموع
٥٧	٢٠	٨٩	نصف المجموع
٠٠	٤٩	٥٨	تمام عرض
٥٧	٣١	٣٠	باقي أول
٥٨	٢٠	٨٩	نصف المجموع
٣٨	٠٩	٨١	تمام ميل
٢٠	١١	١٨	باقي ثاني

٩٫٩٣٢٢٢٨	جا تمام عرض
٩٫٩٧٦٠٩٢	جا تمام ميل
١٩٫٩٠٨٣٢٠	يكون
٩٫٧٠٠٥٨٩٧	جا باقي أول
٩٫٤٩٤٣٣٢	جا باقي ثاني
١٩٫٢٠٠٢٢٩	

٢٠٫٠٠٠٠٠٠	ضعف نصف القطر يضم
٣٩٫٢٠٠٢٢٩	
١٩٫٩٠٨٣٢٠	مجموع أول
١٩٫٢٩١٩٠٩	الباقي
٩٫٦٤٥٩٠٤	نصف الباقي من الجيب

ثا	د	ء	
٠٤	٤٥	١	= نصف الزاويه
٠٤	٤٥	١	مثله ضم
٠٨	٣٠	٠٣	= فضل الدائر
٠٠	٠٠	١٢	
٥٢	٢٩	٠٨	وقت صحيح
٠٠	٣٠	٠٨	وقت تقريبي
٠٨	٠٠	٠٠	تقديم الساعه

ولاجل الاختصار في العملية السابقة يقال حيث كان مقدار جيب نصف الزاوية يساوي مجموع جيب الباقي الاول وجيب الباقي الثاني ناقصا مجموع جيبي الضلعين المحيطين بالزاوية وبالفرض اذا رمزنا العدد الباقي الاول بحرف ه وللباقي الثاني بحرف ط ولمقدار تمام العرض بحرف ح ولتمام ميل الشمس بحرف ى ولمقدار زمن فضل الدائر المطلوب بحرف س فبمقتضى القانون المذكور في العملية الاولى يصير

جا $\frac{1}{2}$ س = (جا ه + جا ط) − (جا ح + جا ى) فاذا جمع لكل من المطروح والمطروح منه ١٠ − جا ح + ١٠ − جا ى فنقول

الى جا ½ س = (جا هـ + جا ط + ١٠ — جا ح + ١٠ — جا ى) — (جا ح + جا ى + ١٠ — جا ح + ١٠ — جا ى) وباختصار حدود المطروح يصير جا ½ س = (جا هـ + جا ط + ١٠ — جا ح + ١٠ — جا ى = — ٢٠ ولكن تقدم فى بند (٧٠) ان ١٠ — جا ح = قتا ح وكذا ١٠ — جا ى = قتا ى فاذا وضعنا فى كميات المطروح منه قتا ح وقتا ى بدلا عن مقداريهما اللذين هما ١٠ — ح و ١٠ — جا ى فيحدث جا ½ س = جا هـ + جا ط + قتا ح + قتا ى — ٢٠ وبحذف المرفوع من قتا ح و قتا ى يحدث جا ½ س = جا هـ + جا ط + قتا ح + قتا ى أعنى انه يؤخذ قاطع تمام كل من أضلاع الزاوية ثم يضاف الى مجموعهما مجموع جيبي الباقيين ويؤخذ نصف المجموع من الجيب والناتج يكون مساويا لزمن فضل الدائر المطلوب

صورة العمل

١٦	٤٣	٤٨	تمام ارتفاع
٠٠	٤٩	٥٨	تمام عرض
٣٨	٠٩	٧١	تمام ميل
٥٤	٤١	١٧٨	المجموع
٥٧	٢٠	٨٩	نصف المجموع
٠٠	٤٩	٥٨	تمام عرض
٥٧	٣١	٣٠	باقى أول
٥٧	٢٠	٨٩	نصف المجموع
٣٨	٠٩	٧١	تمام ميل
١٩	١١	١٨	باقى ثانى

٠٫٠٦٧٧٧٣	قتا تمام عرض
٠٫٠٢٣٩٠٨	قتا تمام ميل
٩٫٧٠٠٥٨٩٧	جا باقى أول
٩٫٤٩٤٣٣٣	جا باقى ثانى
١٩٫٢٩١٩٠٩	حاصل الجمع
٩٫٦٤٦٩٥٤	جا تظر

٠٤	٤٥	١	نصف الزاوية
٠٤	٤٥	١	مثله يضم
٠٨	٣٠	٣	= زاوية فضل الدائر
٠٠	٠٠	١٢	
٥٢	٢٩	٠٨	وقت صحيح
٠٠	٣٠	٠٨	وقت تقريبى
٨ث	٠٠	٠٠	تقديم الساعه

قاعدة أخرى

يصير جمع الثلاثة اضلاع و يؤخذ نصف الحاصل ثم يطرح من مقدار نصف الحاصل الضلع الاول و يؤخذ قاطع تمام الضلعين المحيطين بالزاويه وجيب نصف مجموع الاضلاع وجيب مقدار الباقى و يصير جمع الاربعة حواصل و يؤخذ النصف من تمام الجيب ينتج مقدار نصف الزاوية المطلوبة هكذا

	°	′	″
تمام ارتفاع	٤٨	٤٣	١٦
تمام عرض	٥٨	٤٩	٠٠
تمام ميل	٧١	٠٩	٣٨
المجموع	١٧٨	٤١	٥٤
نصف المجموع	٨٩	٢٠	٥٧
تمام ارتفاع	٤٨	٤٣	١٦
باقى محفوظ	٤٠	٣٧	٤١

قا تمام عرض	٠٫٠٦٧٧٧٢
قا تمام ميل	٠٫٠٢٣٩٠٨
جا نصف المجموع	٩٫٩٩٩٩٧٢
جا باقى محفوظ	٩٫٨١٣٦٨٨
المجموع	١٩٫٩٠٥٣٤٠
جتا نظر	٩٫٩٥٢٦٧٠

	سه	′	″
نصف الزاوية	١	٤٥	٠٤
ضعف مثله	١	٤٥	٠٤
فضل الداير	٠٣	٣٠	٠٨
	١٢	٠٠	٠٠
وقت صحيح	٠٨	٢٩	٥٢
وقت تقريبى	٠٨	٣٠	٠٠
تقديم الساعه	٠٠	٠٠	٠٨

قاعدة أخرى

يؤخذ مقدار الارتفاع والعرض وتمام الميل وتجمع الثلاثة اضلاع و يؤخذ نصف الباقى ثم يطرح من نصف الباقى مقدار الارتفاع والناتج يكون باقى محفوظ ثم يؤخذ قاطع العرض وقاطع تمام لتمام الميل وجيب تمام نصف الحاصل وجيب الباقى وتجمع الاربعة مقادير و يؤخذ نصف الباقى و ينظر عليه من الجيب ينتج مقدار نصف الزاويه هكذا

″	′	°	
٤٤	١٦	٤١	ارتفاع
٠٠	١١	٣١	عرض
٣٨	٠٩	٧١	تمام ميل
٢٢	٣٧	١٤٣	حاصل الجمع
٤١	٤٨	٧١	نصف الحاصل
٤٤	١٦	٤١	ارتفاع
٥٧	٣١	٣٠	باقى محفوظ

٠٫٠٦٧٧٧٢ قا عرض

٠٫٠٢٣٩٠٨ قتا تمام ميل

٩٫٤٩٤٣٣٢ جتا نصف الحاصل

٩٫٧٠٠٥٨٩٧ جا باقى محفوظ

١٩٫١٩١٩٠٩ المجموع

٩٫٦٤٥٩٥٤ جا نظر

″	′	°	
٠٤	٤٥	١	= نصف الزاوية
٠٤	٤٥	١	مثله ضم
٠٨	٣٠	٠٣	فضل الدائر
٠٠	٠٠	١٢	
٥٢	٢٩	٨	وقت صحيح

(مثال آخر)

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٦ شهر اوكتوبر كانت السفينة موجودة على خط الاستواء وطول موقعها ٧٠ درجه و٥٥ دقيقه غرب نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وكانت الساعه تقريبا ساعه ٣ و١٤ دقيقه و٣٥ ثانية بعد الزوال وبوقتها صار اخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل ووجد ٣٩ درجه و٤٠ دقيقه والمطلوب زمن فضل الدائر والوقت الصحيح

صورة العمل

″	′	°	يوم	
٣٥	١٤	٠٣	٢٦	حساب فلكى محل
٢٠	٤٣	٠٤	٠٠	زمن الطول غرب
٥٥	٥٧	٠٧	٢٦	حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق الميل

″	′	°	
٢٤	٢٩	١٢	ميل الشمس فى ٢٦ اوكتوبر جنوب
٤٩	٤٩	١٢	شرحه فى ٢٧ منه جنوب
٢٥	٢٠	٠٠	فرق الميل فى ٢٤ ساعه

مطلوب طرف ثانی

۹۴۷۸۹۴ ر۰ انساب فلکی فرنویج
۹۴۰۲۹ ر۰ انساب فرق المیل

۱،۱۴۲۴۲۳ انساب طرف ثانی ۶ دقائق و ۴۶ ثانیه

مطلوب میل الشمس صحیح

″	′	°	
۲٤	۲۹	۱۲	میل الشمس فی ۲٦ جی اوکتوبر
٤٦	۰٦	۰۰	طرف ثانی
۱۰	۳٦	۱۲	میل الشمس صحیح جنوبی
۰۰	۰۰	۹۰	
۱۰	۳٦	۱۰۲	تمام میل

″	′	°	
۰۰	۰۰	۰۰	عرض محل السفینه
۰۰	۰۰	۹۰	من الافق الی سمت الرأس
۰۰	۰۰	۹۰	تمام العرض

مطلوب ارتفاع صحیح

″	′	°	
۰۰	٤۰	۳۹	ارتفاع منظور محیط اسفل
۰۸	۱٦	۰۰	نصف قطر الشمس
۰۸	٥٦	۳۹	ارتفاع مرکز
۲٤	۰٤	۰۰	ارتفاع سفینه ۲ قدما
٤٤	٥١	۳۹	ارتفاع ظاهر
۰۳	۰۱	۰۰	انعطاف شعاع
٤۱	٥	۳۹	ارتفاع صحیح
۰۰	۰۰	۹۰	
۱۹	۰۹	٥۰	تمام ارتفاع

مطلوب

مطلوب فضل الدائر

١٩	٠٩	٥٠	تمام ارتفاع
٠٠	٠٠	٩٠	تمام عرض
١٠	٣٦	١٠٢	تمام ميل
٢٩	٤٥	٢٤٢	حاصل الجمع
٤٤	٢٢	١٢١	نصف الحاصل
١٩	٠٩	٥٠	تمام ارتفاع
٢٥	١٣	٧١	باقى محفوظ

٠٠٠٠٠ ر٠ قتاتمام عرض
٠١٠٥٩٤ ر٠ قتاتمام ميل
٩٣١٣٢٦ ر٩ جانصف الحاصل
٩٧٦٢٥٤ ر٩ جاباقى محفوظ

٩١٨١٧٤ ر١٩ حاصل الجمع
٩٥٩٠٨٧ ر٩ زو نصف المجموع
من تمام الجيب

٥٦	٣٧	٠١	= نصف الزاويه
٥٦	٣٧	٠١	مثله ضم
٥٢	١٥	٠٣	= فصل الدائر
٣٥	١٤	٠٣	وقت تقريبى
١٧	٠١	٠٠	تأخير الساعه

تنبيه

اذا كان عرض المكان مساويا صفر درجة و ٠٠ دقيقه فيوضع تمامه ٩٠ درجة واذا كان ميل الشمس يساوي ٠٠ درجة و ٠٠ دقيقة فيوضع تمامه ٩٠ درجة وأما اذا كان العرض والميل كل منهم مساويا لصفر درجة وصفر دقيقة فلا يلزم العمل بل يصير تحويل تمام الارتفاع الى ساعات والناتج يكون مساويا بالزمن فضل الدائر المطلوب

الدعوى الخامسة

٩٥ فى كيفية استخراج أوقات شروق وغروب الشمس

وقت الشروق أو الغروب هو عبارة عن مقدار الزاويه القطبيه المحصورة بين دائرة نصف النهار المارة بالمكان ودائرة نصف النهار المارة بالشمس وقت شروقها أو وقت الغروب وهذه الزاوية تقاس بالقوس الذى يؤخذ من خط الاستواء المقابل لها وحيث كان خط نصف النهار مارا بنقطتى نصف النهار ونصف الليل فحينئذ يكون الوقت المحسوب من وقت نصف الليل

الى وقت شروق الشمس هو قوس الشروق وأما الوقت المحسوب من
وقت مرور الشمس من نصف النهار الى وقت غروب الشمس يكون مساويا
لقوس الغروب والشروق والغروب المذكوران يوجدان على نوعين الاول
شروق وغروب مركزى والثانى شروق وغروب ظاهرى فالشروق
المركزى هو عبارة عن الزمن المحسوب من وقت نصف الليل الى وقت شروق
مركز الشمس من الافق وكذلك وقت الغروب يكون من وقت الزوال
الى وقت غروب مركز الشمس فى الافق وأما الشروق الظاهرى هو من
وقت نصف الليل الى وقت شروق الشمس من محيطها الاعلى أو من
محيطها الاسفل والغروب يكون من وقت نصف النهار الى وقت غروب
الشمس من محيطها الاعلى أو محيطها الاسفل وان يكون الراصد على مكان
مرتفع عن الافق ولاجل استخراج أوقات الشروق والغروب المركزى
يصير استخراجهما بواسطة ميل الشمس ومقدار عرض المكان المعلومين
وبيانه كما فى شكل (٣٩) لاننا اذا جعلنا ا ح ب ى رمز الدائرة نصف نهار
المكان و ا ب هو الافق وخط ح ى أول السموت وخط ه و محور
العالم وخط د ع رمزا لخط الاستواء وفرضنا نصف الدائرة ا ح ب
لسطح الكرة الاعلى ولسطحها الاسفل نصف الدائرة ا ى ب فحينئذ
تكون نقطة م مركز الدائرة هى نقطة المشرق والمغرب الحقيقيين ويكون
كل من خطى م ر (د) م ع مساويا الست ساعات وتكون نقطة ر هى
نقطة نصف النهار ونقطة ع نقطة نصف الليل واذا فرض ان الشمس
وقت شروقها أو وقت غروبها من الافق كانت فى نقطة شه ورسمنا
دائرة ح شه ى السمتية وأيضا دائرة ه شه و دائرة الميل المارين
بمركز الشمس فيحدث من تقاطعهما مع دائرة الافق مثلث شه ل م
الكروى القائم الزاوية فى نقطة ل ويكون معلوم فيه زاوية شه م ل
التى تساوى لتمام العرض وضلع شه ل المساوى لمقدار ميل الشمس
[illegible] شه ل م قائمة وأنه بمقتضى النتيجة السادسة من علم المثلثات
[illegible] يوجد [illegible] تمام الزاوية [illegible] كل مثلث قائم الزاويه
[illegible] ما ضلع المقابل لها مضروب فى جيب الضلع المقابل للزاويه

الحادة الاخرى اعنى ظتا شہ م ل = ظتا شہ ل + جا م ل أو ظا عرض = ظتا ميل الشمس + جا م ل فرق المطالع وهو الزمن الكائن بين وقت شروق الشمس الحقيقي ووقت شروقها يوم العمل أوجام ل = $\frac{\text{ظاعرض}}{\text{ظتاميل}}$ و بتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى بطرح ظل تمام ميل الشمس من ظل العرض بعد ضم نصف القطر عليه و ينظر على الباقى من الجيب ينتج مقدار زمن فرق المطالع فاذا طرح زمنه من ٦ ساعات فيصير الباقى مساو بالقوس ح ل قوس الشروق واذا جمع زمن فرق المطالع على ٦ ساعات فيصير الحاصل مسا وبالقوس د م ل وهو قوس الغروب وحيث كان قوس ح ل متمما لقوس ل م فرق المطالع فاذا اخذ تمام الجيب فى العملية السابقة فيصير الناتج مساو بالوقت الشروق و بطرحه من ١٢ ساعه ينتج وقت الغروب هذا اذا كان العرض والميل من جنس واحد وأما اذا كان جنس العرض مخالفا لجنس الميل فالناتج من تمام الجيب يكون مساو بالوقت الغروب واذا طرح وقت الغروب من ١٢ ساعه ينتج وقت الشروق وحيث ان اليوم الافرنكى يبتدى من نصف الليل واليوم الفلكى يبتدى من نصف النهار واليوم العربى يبتدى من وقت الغروب فيكون اليوم الافرنكى سابقا عن اليوم العربى بمقدار ساعات تساوى لمقدار ساعات نصف الليل المساوى وقت الشروق ومن ذلك اذا أريد تحويل الساعات الافرنكيه الى ساعات عربية فيلزم ضم وقت الشروق على الساعات الافرنكيه والناتج يكون وقتا عربيا وعكس ذلك اذا كان المعلوم ساعات عربية وأريد تحويلها الى ساعات افرنكية فيصير طرح وقت الشروق منها والناتج يكون ساعات افرنكيه واذا أريد تحويل ساعات افرنكية الى ساعات فلكية فيلزم طرح ١٢ ساعه من الساعات الافرنكيه والناتج يكون وقتا فلكيا ولاجل خفة العمل يصير ضم ١٢ ساعه على الساعات الافرنكيه وطرح يوم وحيث كان وقت شروق الشمس افرنكيا مساويا بالوقت نصف الليل ولوقت نصف النهار فاذا جمع على وقت الشروق الافرنكى مثله

يكون الناتج مساويا لوقت الشروق بالساعة العربية وأما وقت الشروق فانه يكون مساو يا لوقت الزوال عربيا وهذا ظاهر

أمثلة من ذلك مثال أول

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر ابريل عرض سكندرية شمالى ٣١ درجه و ١١ دقيقة وطول موقعها ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج والمطلوب اوقات الشروق والغروب وقت ان يكون مركز الشمس مماسا للافق

صورة العمل

١٠٫٦٨٩٢٨٠ ظتا ميل الشمس من كتاب معرفة الازمان ١١ درجة و ٣٣ دقيقة و ٢٥ ثانية

٩٫٧٨١٩١٦ ظا عرض ٣١ درجه و ١١ دقيقه

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٧٨١٩١٦ مجموع الثانى والثالث

١٠٫٦٨٩٢٨٠ ظتا ميل الشمس طرح

٩٫٠٩٢٦٣٦ جتا نظر

٥ ر ٩٤

٣٤ ٣١ ٥٠ = زمن الشروق

٠٠ ٠٠ ١٢

---

٢٦ ٢٨ ٦ = زمن الغروب

قاعدة ثانية

١٠٫٢١٨٠٨٤ ظتا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة و ٠٠ ثانية

٩٫٣١٠٧٢٠ ظا ميل الشمس ١١ درجه و ٣٣ دقيقه و ٢٥ ثانيه

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٣١٠٧٢٠ مجموع الثانى والثالث

١٠٫٢١٨٠٨٤ ظتا عرض

٩٫٠٩٢٦٣٦ جتا نظر = ٥ ساعات ٣١ دقيقة و ٣٤ ثانية = زمن الشروق

مثال

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ شهر نوفمبر عرض المحروسة ٣٠ درجة و٢ دقيقة و٤ ثانية شمالى وطول موقعها ٣١ درجة و١٥ دقيقة و١٢ ثانية شرق نصف نهار غرنويج والمطلوب أوقات الشروق والغروب وقت تماس مركز الشمس للأفق

صورة العمل

١٠٫٢٣٧٩٧٧ ظتا عرض ٣٠ درجة و٢ دقيقة و٤ ثانية
٩٫٥٢٥٢٠٩ ظا ميل الشمس جنوب ١٨ درجة و٣٢ دقيقة
١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٥٢٥٢٠٩ مجموع الثانى والثالث
١٠٫٢٣٧٩٧٧ ظتا عرض طارح

٠٩٫٢٨٧٢٨٢ جتا نظيره

ث	ق	س	
١٩	١٥	٥	= زمن الغروب
٠٠	٠٠	١٢	
٤١	٤٤	٦	= زمن الشروق

ولتوضيح العمل فى المثالين السابقين يقال فى المثال الاول حيث ان جنس العرض من جنس ميل الشمس فيكون قوس ل م المأخوذ من خط الاستواء هو الضلع المطلوب استخراجه من المثلث شمل م ويكون تمامه هو ح ل المساوى لقوس الشروق وفى المثال الثانى حيث ان جنس ميل الشمس مخالف لجنس عرض المكان فحينئذ يوجد المثلث المذكور فى جهة نصف الدائرة العليا ا و ب ويكون الضلع المطلوب من المثلث هو م ل وتمامه يكون ر ل المساوى لقوس الغروب ومن ذلك يعلم أنه متى كان جنس العرض من جنس ميل الشمس فالناتج من تمام الجيب يكون مساويا لوقت الشروق واذا كان جنس ميل الشمس مخالفا لجنس عرض المكان فالناتج يكون مساويا لوقت الغروب وعكس ذلك اذا صار

اخذ مقادير العرض والميل من جداول الشروق والغروب المحررة باللوغاريتم ويحرر باعلاها مقادير ميل الشمس وبجانبها مقادير عرض الاماكن

تنبيه

متى كان عرض المكان مساويا للصفر درجة وصفر دقيقة فانه يستوى فى ذلك أوقات الشروق والغروب ولا يختلفان الا اختلافا يسيرا جدا واما اذا عدم ميل الشمس اعنى فى ٢١ جى شهر مارث فى ٢٣ جى شهر سبتمبر فحينئذ تكون ساعات الليل مساوية لساعات النهار وساعات اوقات الشروق مساوية لاوقات ساعات الغروب ويستوى الليل والنهار فى سائر اماكن الدنيا (وأقول)

فى ذلك أنه اذا علم وقت الشروق أو وقت الغروب سواء وكان وقتهما افرنكيا أو عربيا ويصير استخراج مقدار عرض المكان بواسطة ميل الشمس ووقت الشروق أو الغروب المعلومين

مثال ذلك

وقت الشروق فى يوم ٢٠ جى ابريل سنة ١٨٧٤ وجد خمس ساعات و ٣١ دقيقة و ٣٠ ثانية والمطلوب مقدار عرض المكان

صورة العمل

ث ق س	
٣٤ ٣١ ٠٥	وقت الشروق
٠٠ ٠٠ ٠٦	دائما يطرح من ست ساعات
٢٦ ٢٨ ٠٠ =	فرق المطالع
١٠,٦٨٩٢٨٠	ظتا ميل الشمس ١١ درجة و٣٣ دقيقة و٥٢ ثانية
٩,٠٩٢٥٣٠	جا ٢٨ دقيقة و٢٦ ثانية
١٩,٧٨١٨٢٢	المجموع
١٠,٠٠٠٠٠٠	
٩,٧٨١٨١٠	ظا نظره = ٠٠ ١١ ٣١ = عرض المكان شمالى

فاذا كان وقت الشروق المعلوم وقتا عربيا اعنى وقت الشروق ١١ ساعة

و۷ دقائق و۸ ثوانی فيؤخذ نصفه ينتج ٥ ساعات و ۳۱ دقيقة و٣٤ ثانية وهو وقت الشروق بالساعات الافرنكية فيطرح من ست ساعات فيصير الباقی صفر ساعة و۲۸ دقيقة و٢٦ ثانية ثم يجرى العمل السابق

مثال ثانی

سنة ١٨٧٤ فی يوم ١٥ شهر نومبر كان وقت الشروق بالوقت العربی ١ ساعه و٢٩ دقيقة و ٢٢ ثانية وكان المطلوب مقدار عرض المكان

صورة العمل

٢٢	٢٩	٠١	وقت الشروق عربی
٠٠	٠٠	١٢	يضم عليه ١٢ ساعة
٢٢	٢٩	١٣	ويؤخذ نصف المجموع
٤١	٤٤	٠٦	= وقت الشروق افرنكی
٠٠	٠٠	٠٦	دائما يطرح ٦ ساعات
٤١	٤٤	٠٠	= فرق المطالع

مطلوب العرض

٩٫٢٨٧٣٠٨	جا ٤٤ دقيقة و٤١ ثانية
١٠٫٤٧٤٦٤١	ظتا ميل الشمس ١٨ درجة ٢٢ دقيقة
١٩٫٧٦١٨٤٩	المجموع
١٠٫٠٠٠٠٠٠	
٩٫٧٦١٨٤٩	ظا نظر = ٣٠ درجة ودقيقة واحدة و٣٠ ثانية =

اذا كان عرض المكان شماليا

وأما اذا علم عرض المكان و وقت الشروق فانه يصير استخراج ميل الشمس الموافق لاوقات يوم الشروق المعلوم بالعمل الآتی

(مثاله)

سنة ١٨٧٤ فی ٢٠ من شهر ابريل عرض المكان ٣١ درجة و١١

دقيقة شمالى وكان وقت الشروق فى اليوم المذكور ساعة ٥ و٣١
دقيقة و٣٤ ثانية والمطلوب مقدار ميل الشمس

صورة العمل

ث	د	س	
٣٤	٣١	٥	شروق الشمس افرنكى
٠٠	٠٠	٠٦	دائما يطرح من ٦ ساعات
٢٦	٢٨	٠٠	= فرق الطالع

مطلوب مقدار ميل الشمس

٩/٧٨١٩١٦ ظاعرض ٣١ درجة و١١ دقيقة
١٠/٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩/٧٨١٩١٦ المجموع
٩/٠٩٢٠٣٠ جا ٢٨ دقيقة و٢٦ ثانية

١٠/٦٨٩٣٨٦ ظتا نظيره ١١ درجة و٣٣ دقيقة و٥٠ ثانية = ميل الشمس شمالى

٩٦ فى بيان استخراج أوقات الشروق والغروب الظاهرى

حيث ان أوقات الشروق الظاهرى هى من وقت نصف الليل الى وقت شروق الشمس من محيطها الاعلى أو من محيطها الاسفل من سطح الافق وان يكون الراصد مرتفعا عن سطح الافق بمقدار معلوم وعند شروق الشمس من الافق بمحيطها الاعلى او الاسفل فانه يختلف مقدار الشروق الظاهرى عن أوقات الشروق من المركز بمقدار من الدقائق وهى تقريبا تساوى من الزمن خمس دقائق ولاجل استخراج وقت الشروق الظاهرى الصحيح يلزم تصحيح ميل الشمس وتحويله الى وقت الشروق ثم يصير استخراج تمام ارتفاع الشمس وقت ان تكون مماسة للافق بمحيطها الاعلى أو محيطها الاسفل وذلك بان يوضع مقدار ٩٠ درجة المساوية للقوس المحصور بين سمت الراس والافق ثم يوضع تحته نصف قطر الشمس و يضم ان كان وقت الشروق من المحيط الاعلى و يطرح ان كان الشروق من محيط

الشمس

الشمس الاسفل ثم يصير استخراج حصة ارتفاع المكان عن سطح الارض وكذا حصة انعطاف الشعاع ومحاهما معلوم باللوغاريتم ويصير جمعهما على ارتفاع الشمس المحول الى المركز والناتج يكون مساويا لتمام الارتفاع وبعد ذلك يصير استخراج تمام ميل الشمس وتمام العرض وبتطبيق ذلك على شكل (٣٩) السابق ذكره فى القضية السابقة يصير تمام الارتفاع مساويا بالقوس ح شه وقوس ه ح مساويا بالتمام عرض المكان وقوس ه شه مساويا بالتمام ميل الشمس وحيث علمت اضلاع المثلث الثلاثة فيصير استخراج احد زواياه وهى زاوية شه ه ح القطبية المقابلة لتمام الارتفاع المذكور بمقتضى ماتقدم فى عملية استخراج زمن فضل الدائر وحيث كان مقدار الزاوية المذكورة يؤخذ من خط الاستواء المقابل لها فيصير مساويا بالقوس ل م ر المساوى لقوس وقت الغروب ومن ذلك يعلم ان زمن فضل الدائر المستخرج وقت شروق الشمس او وقت غروبها يكون دائما مساويا بالوقت غروب الشمس الظاهرى ومن كون ان وقت الغروب مساو لمقدار نصف النهار وقوس وقت الشروق مساو لمقدار نصف الليل فيعلم من ذلك ان مجموع وقتى الشروق والغروب يكون مساويا الى ١٢ ساعة واذا طرح وقت غروب الشمس من ١٢ ساعة يصير الباقى مساويا بالوقت شروق الشمس المطلوب واذا ضوعف مقدار زمن الشروق فيصير مساويا بالوقت شروق الشمس عربيا وان مقدار وقت الشروق افرنكى يساوى لوقت نصف النهار ولوقت نصف الليل عربيا لأن اليوم العربى يعتبر اصطلاحا من وقت غروب الشمس واليوم الافرنكى المعتاد اصطلاحا يعتبر من وقت نصف الليل واليوم الفلكى يعتبر من وقت نصف النهار وحينئذ يكون الفرق بين الوقت الافرنكى المعتاد والوقت المعتبر عربيا هو وقت شروق الشمس افرنكيا اعنى اذا صار جمع زمن الشروق افرنكيا على الوقت الافرنكى المعلوم فيصير الحاصل مساويا وقتا عربيا وعكس ذلك اذا كان المعلوم وقتا عربيا وأريد تحويله الى وقت افرنكى فانه يطرح وقت الشروق افرنكيا من الوقت العربى المعلوم والباقى يكون مساويا بالوقت الافرنكى المطلوب واذا أريد تحويل الوقت

الافرنكى المعتاد الى وقت فلكى فيلزم طرح ١٢ ساعة من الوقت الافرنكى المعتاد والناتج يكون وقتا فلكيا ولاجل خفة العمل فانه يصير طرح يوم واحد من الوقت المعتاد ويضم على مقدار ساعاته ١٢ ساعه والناتج يكون وقتا فلكيا

مثال أول

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢٠ شهر ابريل عرض سكندرية شمالى ٣١ درجة و ١١ دقيقة وطول موقعها ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما والمطلوب وقت شروق الشمس ووقت غروبها وقت ان تكون مماسة للافق بالمحيط الاعلى

صورة العمل

ثا	د	س	
٣٤	٣١	٠٥	زمن الشروق من المركز الذى جرى استخراجه سابقا
٠٠	٠٠	١٢	
٢٦	٢٨	٠٦	وقت الغروب تقريبا

ثا	د	س	يوم	
٢٦	٢٨	٠٦	٢٠	وقت فلكى محل
٣٢	٥٩	٠١	٠٠	زمن الطول شرق طرح
٥٤	٢٨	٠٤	٢٠	وقت فلكى غرنويج

مطلوب فرق الميل

ثا	د	د	
٢٥	٣٣	١١	ميل الشمس فى ٢٠ ابريل شمالى
٥٢	٥٣	١١	ميل الشمس فى ٢١ منه
٢٧	٢٠	٠٠	فرق الميل فى ٢٤ ساعه

مطلوب طرف ثانى

١٧٢٨٦١ ر ٠ انساب فلكى غرنويج

٩٤٤٥٨ ر ٠ انساب فرق ميل

١٦٧٣١٩ ر ١ انساب طرف ثانى ٣ دقائق و ٤٩ ثانية

مطلوب

مطلوب ميل صحيح	مطلوب وقت الغروب
″ ′ °	″ ′ °
۲۰ ۳۳ ۱۱ ميل الشمس فى ۲۰ ابريل	۰۳ ۵٤ ۹۰ تمام ارتفاع
	۰۰ ٤۹ ۰۸ تمام عرض
٤۹ ۰۳ ۰۰ طرف ثانى	٤٦ ۲۲ ۷۸ تمام ميل
۱٤ ۳۷ ۱۱ ميل الشمس صحيح شمالى	٤۹ ۰۵ ۲۲۸ المجموع
	۵٤ ۰۲ ۱۱٤ نصف المجموع
۰۰ ۰۰ ۹۰	۰۳ ۵٤ ۹۰ تمام ارتفاع
٤٦ ۲۲ ۷۸ تمام ميل	۵۱ ۰۸ ۲۳ باقى محفوظ
مطلوب تمام عرض	۰٫۰٦۷۷۷۲ قتا تمام عرض
′ °	۰٫۰۰۸۹۹۵ قتا تمام ميل
۱۱ ۳۱ عرض	۹٫۹٦۰۰۵٦۱ جا نصف المجموع
۰۰ ۹۰	۹٫۵۹٤۰٤۷ جا باقى محفوظ
٤۹ ۵۸ تمام عرض	۱۹٫٦۳۱۸۷۵ المجموع
مطلوب تمام ارتفاع	۹٫۸۱۵۹۳۷ نصف المجموع من تمام الجيب
″ ′ °	″ ′ °
۰۰ ۰۰ ۹۰ من سمت الرأس الى الافق	۲۸ ۱٦ ۰۳ = نصف الزاوية
٤۲ ۳۳ ۰۰ انعطاف شعاع الشمس	۲۸ ۱٦ ۰۳ مثله ضم
۲٤ ۰٤ ۰۰ ارتفاع سفينة ۲۰ قدما	۵٦ ۳۲ ۰٦ = وقت الغروب
	۰۰ ۰۰ ۱۲
۰٦ ۳۸ ۹۰ المجموع	۰٤ ۲۷ ۰۵ = وقت الشروق
۵۷ ۱۵ ۰۰ نصف قطر محيط أعلى يضم	افرنكى يساوى وقت الزوال عربيا
۰۳ ۵٤ ۹۰ تمام ارتفاع	

مطلوب وقت الشروق عربي

ث	ق	س	
٠٥	٢٧	٠٤	وقت شروق الشمس افرنكي
٠٥	٢٧	٠٤	مثله ضم
١٠	٥٤	٠٨	= وقت الشروق عربي

(مثال ثاني)

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ شهر نوفمبر عرض المحروسة ٣٠ درجة و٢ دقيقة و٤ ثواني وطول موقعها ٣١ درجة و٢٥ دقيقة و١٢ ثانية شرق نصف نهار غرنويج والمطلوب وقت الغروب ووقت الشروق الظاهري من محيط الشمس الاعلى وارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما

(صورة العمل)

ث	ق	س	
٠٥	١٥	١٩	وقت غروب الشمس تقريبا

مطلوب ميل صحيح

ث	ق	°	
٥٩	٣١	١٨	ميل الشمس في ١٥ نوفمبر
٥٨	٠١	٠٠	طرف ثاني
			المستخرج السابق
٠٧	٣٣	١٨	ميل الشمس صحيح جنوب
٠٠	٠٠	٩٠	
٥٨	٣٣	١٠٨	تمام ميل

ث	ق	س	يوم	
١٩	١٥	٠٥	١٥	حساب فلكي محل
٠١	٠٥	٠٢	٠٠	زمن الطول شرق
١٨	١٠	٠٣	١٥	حساب فلكي غرنويج

مطلوب فرق الميل

ث	ق	°	
٥٩	٣١	١٨	ميل الشمس في ١٥ جي نونبر جنوبي
٠٧	٤٧	١٨	ميل الشمس في ١٦ منه جنوبي
٠٨	١٥	٠٠	فرق الميل في ٢٤ ساعة

مطلوب

مطلوب تمام عرض

د	ق	ث	
٠٤	٠٢	٣٠	عرض
٠٠	٠٠	٩٠	
٥٦	٥٧	٥٩	تمام عرض

مطلوب تمام ارتفاع

د	ق	ث	
٠٠	٠٠	٩٠	من سمت الرأس الى الافق
٤٢	٣٣	٠٠	انعطاف شعاع
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
١٣	١٦	٠٠	نصف قطر
١٩	٥٤	٩٠	تمام ارتفاع

مطلوب وقت الغروب

د	ق	ث	
١٩	٥٤	٠٩٠	تمام ارتفاع
٥٦	٥٧	٠٥٩	تمام عرض
٥٧	٣٣	١٠٨	تمام ميل
١٢	٢٦	٢٥٩	المجموع
٠٦	٤٣	١٢٩	نصف المجموع
١٩	٥٤	٩٠	تمام ارتفاع
٤٧	٤٨	٣٨	باقى محفوظ

٠،٠٦٣٦١٥	قتما تمام عرض
٠،٠٢٣٢١٣	قتما تمام ميل
٩،٨٨٦٠٤٧	جا نصف المجموع
٩،٧٩٧١٥٠	جا باقى محفوظ
١٩،٧٦٩٠٢٥	المجموع
٩،٨٨٤٥١٢	جتا نظر

د	ق	سه	
٥٠	٣٩	٠٢	= نصف الزاوية
٥٠	٣٩	٠٢	ضم مثله
٤٠	١٩	٠٥	= زمن الغروب
٠٠	٠٠	١٢	
٢٠	٤	٠٦	= زمن الشروق افرنكى

مطلوب وقت الشروق عربى

د	ق	سه	
٢٠	٤٠	٠٦	وقت الشروق افرنكى
٢٠	٤٠	٠٦	ضم مثله
٤٠	٢٠	٠١	وقت الشروق

عربى ووقت الزوال يساوى ٦ ساعات و٤٠ دقيقة و٢٠ ثانية

(الدعوى السادسة)

٩٧ (فى كيفية ايجاد مقدار سعة الشمس ومعرفة انحراف البوصلة)

سعة الشمس هى عبارة عن مقدار القوس الذى يؤخذ من دائرة الافق

ما فصل بين نقطتي المشرق والمغرب الحقيقيين وبين نقطتي شروق أو غروب الشمس يوم العمل أو يقال مقدار سعة الشمس هو مساو لمقدار الزاوية المحصورة بين دائرتين سمتيتين احداهما دائرة أول السموت المارة بالمشرق أو المغرب والثانية الدائرة السمتية المارة بالشمس يوم العمل وتقدم ان الشمس تغرب وتشرق من المشرق والمغرب الحقيقي في كل سنة مرتين الاولى في يوم دخولها في برج الحمل والثانية يوم دخولها في برج الميزان ثم يختلف محل شروقها وغروبها في باقي أيام السنة فاذا كان ميل الشمس شماليا فيصير تعداد مقدار السعة المذكورة من نقطة المشرق الى النقطة التي تشرق منها الشمس يوم العمل وكذلك يعد مقدار السعة وقت الغروب من المغرب الى جهة الشمال وعكس ذلك اذا كان ميل الشمس الى جهة الجنوب فيعد مقدارها من المشرق الى جهة الجنوب ووقت الغروب يعد مقدارها من المغرب في جهة الجنوب والسعة المذكورة تحسب على ان يكون مركز الشمس في الافق [illegible] السعة الظاهرية فهي مقدار السعة المذكورة يعد من نقطة المشرق أو المغرب الى وقت شروقها وغروبها عندما يصير مركزها على سطح الافق وأما مقدار السعة الظاهرية فيعد من نقطتي المشرق والمغرب الى نقطتي شروق وغروب الشمس وقت ان تكون مماسة لسطح الافق بمحيطها الاعلى أو محيطها الاسفل وأن يكون الراصد على مكان مرتفع عن سطح الارض وعلى مقتضى ذلك اذا تأملنا في شكل (٣٩) المتقدم ذكره وفرضنا ان دائرة ا ح ب ى دائرة نصف نهار المكان وخط ح ى أول السموت وخط ا ب أفق الراصد وقوس ا هـ عرض المكان والشمس وقت شروقها أو غروبها كانت في نقطة شم ثم رسمنا دائرة ح شم ى السمتية ودائرة هـ شم و دائرة الميل المارين بالشمس فمن تقاطعهما مع دائرة الافق يحدث مثلث شم ل م الكروي القائم الزاوية ويكون معلوم فيه قوس شم ل المساوي لمقدار ميل الشمس وزاوية شم م ل التي تساوي لتمام عرض المكان والزاوية شم ل م قائمة وان قوس شم م هو قوس السعة المطلوب فيصير استخراجه بمقتضى القضية (٣) بأن يصير (جا) زاوية شم م ل : جا قوس شم ل

المقابل لهما :: جا شه ل م القائمة : جاقوس شهم مقدار سعة الشمس أونسبة جتا عرض : جاميل الشمس :: جا نصف القطر : جا قوس شه م مقدار السعة أوجا شه م =

جاميل الشمس × نصف القطر / جتا عرض

وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمي يضم على جيب ميل الشمس جيب نصف القطر ويطرح من المجموع جيب تمام العرض وينظر على الباقي من الجيب ينتج مقدار قوس شه م الذى يساوى لقوس السعة المطلوب وحيث تقدم فى القوانين الاربعة المذكورة فى بند (٧٠) ان خارج قسمة نصف القطر على مقدار تمام الجيب يساوى امقدار القاطع فحينئذ يجمع ميل الشمس على مقدار قاطع العرض ويطرح من المجموع جيب نصف القطر وينظر على الباقى من الجيب فينتج قوس السعة المطلوب

(أمثلة من ذلك مثال أول)

سنة ١٨٧١ فى يوم ٢٠ شهر مايس عرض المكان ٣١ درجة و١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و٥٠ دقيقة شرقى نصف نهار غرنويج والمطلوب مقدار سعة الشمس من المركز

(صورة العمل)

٤٧ ٥٦ ١٩ ميل الشمس فى ٢٠ شهر مايس شمالى

مطلوب قوس السعة (قاعدة اولى)

٩٫٩٣٢٢٣٨ جتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

٩٫٥٣٢٩٢٢ جاميل الشمس ١٩ درجة و٥٦ دقيقة و٤٧ ثانية

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٥٣٢٩٢٢ مجموع الثانى والثالث

٩٫٩٣٢٢٣٨ جتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

٩٫٦٠٠٦٩٤ ينظر من الجيب = ٢٣ درجة و٣٠ دقيقة مقدار سعة الشمس مشرق شمالى

(قاعدة ثانية)

١٠ر٠٦٧٧٧٣ قاعرض ٣١ درجة و١١ دقيقة
٠ر٣٣٩٢٢ جاميل لشمس ١٩ درجة و٥ دقيقة و٤٧ ثانية
٩ر٩٦٠٠٦٩٤ جانظر = ٢٣ درجة و٣٠ دقيقة سعة الشمس شمال مشرق

مثال ثانى

سنة ١٨٧١ فى يوم ١٥ شهر ينواريو عرض المكان ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج مطلوب حساب السعة من المركز

(صورة العمل)

١٠ر٠٦٧٧٧٣ قاعرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة
٩ر٥٥٧٣٦١ جاميل الشمس ٢١ درجة و ٩ دقيقة و ٢٣ ثانية جنوبى
٩ر٦٢٥١٣٤ جانظر = ٢٤ درجة و ٥٧ دقيقة = سعة الشمس مشرق جنوب

٩٨ (فى كيفية ايجاد مقدار سعة الشمس الظاهرى)

قوس سعة الشمس الظاهرى هو مقدار القوس المأخوذ من دائرة الافق المحصور بين نقطتى المشرق والمغرب الحقيقيين ونقطتى شروق وغروب الشمس من الافق بحيطها الاعلى أو محيطها الاسفل بالنسبة للراصد الذى يوجد على مكان مرتفع عن سطح الارض (وبيانه) كما فى شكل (٣٩) السابق ذكره أن الشمس ترى للراصد الذى يوجد على مكان مرتفع من قبل شروقها من الافق الطبيعى وحين تظهر من الافق من محيطها الاعلى يكون مركزها منخفضا عن الافق بمقدار نصف قطر الشمس وكذلك مقدار انعطاف شعاعها وهو يساوى ٣٣ دقيقة و ٤٢ ثانية وهذه المقادير الثلاثة يصير جمعها على ٩٠ درجة أعنى مقدار القوس الذى هو من نقطة سمت الرأس الى الافق فيصير المجموع مساويا لتمام ارتفاع الشمس وقت الشروق ووقت الغروب وأما اذا رصد الشمس وقت شروقها من محيطها الاسفل فيلزم طرح نصف القطر من مجموع

الثلاثة

الثلاثة مقادير وهى ٩٠ درجة وحصة انحطاط الافق ومقدار انعطاف شعاع الشمس والباقى يصير مساويا لتمام ارتفاع الشمس الذى هو قوس ء شه المأخوذ من الدائرة السمتية وحيث كان قوس هـ ء مساويا لمقدار تمام عرض المكان وقوس شه هـ مساويا لمقدار تمام ميل الشمس فحينئذ تكون اضلاع المثلث ء هـ شه المذكور معلومة ويقتضى العمل المتقدم فى استخراج نصف الزاوية المذكور فى عمل فضل الدائر يصير استخراج مقدار الزاوية السمتية التى هى هـ ء شه وذلك بان يؤخذ اولا مقدار تمام ميل الشمس ثم مقدار تمام العرض ومقدار تمام الارتفاع ويصير جمع الثلاثة مقادير ثم يجرى باقى العمل الى آخره وبعد استخراج مقدار نصف الزاوية هـ ء شه السمتية وتضعيف المقدار المذكور يصير طرحه من ٩٠ درجة او طرح ٩٠ درجة من مقداره اذا كان اكثر منها والناتج يكون مساويا لمقدار قوس السعة شه م المقابل للزاوية شه ء م السمتية وهو المطلوب

(مثال اول)

سنة ١٨٧١ فى يوم ٢٠ شهر مايس عرض المكان ٣١ درجة و١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج ارتفاع محل الرصد ٣٠ قدما مطلوب مقدار سعة الشمس الظاهرى وقت الغروب حين تكون الشمس مماسة للافق بحرفها الاعلى

(صورة العمل)

مطلوب وقت الغروب

١٠٫٢١٨٠٨٤ ظتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة ٠

٩٫٥٥٩٧٨٧ ظاميل الشمس ١٩ درجة ٥٦ دقيقة ٤٧ ثانية

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٥٥٩٧٨٧ مجموع الثانى والثالث

١٠٫٢١٨٠٨٤ ظتا عرض

٩٫٣٤١٧٠٣ جتا نظر ٥ ساعات و٩ دقائق و٥٥ ثانية

	ثـ	ق	د
١٥	٩	٥	وقت الشروق
٠٠	٠٠	١٢	
٤٥	٥٠	٦	وقت الغروب

مطلوب تحويل ميل الشمس الى محل العمل

	د	ه	يوم	
٤٥	٥	٦	٢٠	حساب فلكى محل
٣٢	٥٩	٢	٠	زمن الطول شرق
١٣	٥١	٤٠	٢٤	حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق الميل

	ق	ه	
٤٧	٥٦	١٩	ميل الشمس فى ٢٠ مايس شمالى
١٢	٩	٢٠	شرحه فى ٢١ منه شمالى
٢٥	١٢	١	فرق الميل فى ٢٤ ساعه

٠٫٦٩٤٤٧ أنساب غرنويج ٤ ساعات و ٥٠ دقيقة

٠٫٨٥٥٧ أنساب فرق الميل

٢٫٤٥٠٢١ أنساب طرف ثانى ٣ دقيقة و ... ثانية

مطلوب ميل الشمس صحيح

	ق	ه	د
٤٧	٥٦	١٩	ميل الشمس فى ٢٠ مايس
٣٠	٣	٠	طرف ثانى
١٧	٥٩	١٩	ميل الشمس صحيح شمالى فى موقع العمل
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٣	٠٠	٧٠	تمام ميل
١١	٣١		عرض
٠٠	٩٠		
٤٩	٥٨		تمام عرض

مطلوب تمام ارتفاع الشمس وقت الغروب

ثـ	ق	ه	
٠	٠٠	٩٠	من سمت الرأس الى الافق
٤٣	٣٣	٠	انعطاف نوعى
٢٤	٠٤	٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
٤٦	١٠	٠	نصف قطر الشمس محيط أعلى
٥٣	٤٨	٩٠	تمام ارتفاع

مطلوب نصف الزاوية السمتية أ ح شه

ـ	ـ	ـ	
٤٣	٠٠	٧٠	تمام ميل
٠٠	٤٩	٥٨	تمام عرض
٥٢	٥٣	٩٠	تمام ارتفاع
٣٥	٤٣	٢١٩	المجموع
٤٧	٥١	١٠٩	نصف المجموع
٤٣	٠٠	٧٠	تمام ميل
٠٤	٥١	٣٩	باقي محفوظ

٠٦٧٧٧٣ر٠ قتا تمام عرض

٠٠٠٠٥٢ر٠ قتا تمام ارتفاع

٩٩٧٣٣٦٤ر٩ جا نصف المجموع

٩٨٠٦٧٠٩ر٩ جا باقي محفوظ

١٩٨٤٧٨٩٧ر١٩ المجموع

٩٩٢٣٩٤٨ر٩ نصف المجموع من تمام الجيب

ـ	ـ	ـ	
٤٥	٥٥	٣٢	= نصف الزاويه
٤٥	٥٥	٣٢	ضم مثله
٣٠	٥١	٦٥	= زاوية أ ح شه السمتيه
٠٠	٠٠	٩٠	
٣٠	٨	٢٤	حساب السعة مغرب شمالي

وحيث كان المراد من استخراج قوس السعة هو لاجل استخراج انحراف البوصلة فحينئذ يلزم أخذ اتجاه الشمس وقت الغروب بواسطة البوصلة وفرضنا انه كان مساويا ٣٠ درجة مغرب شمالي فيصير طرح حساب السعة من مقدار اتجاه البوصلة المأخوذ لانهما من جنس واحد فيصير الباقي مساويا (٥) درجات و ٥١ دقيقة و ٣٠ ثانية وهو مقدار الانحراف هكذا

ـ	ـ	ـ	
٣٠	٠٨	٢٤	حساب السعة مغرب شمالي
٠٠	٠٠	٣٠	اتجاه الشمس وقت الغروب مغرب شمالي
٣٠	٥١	٠٥	انحراف البوصلة غربي

ولمعرفة جنس الانحراف ان كان غربيا أو شرقيا نرسم دائرة أفق الدنيا أ ب ح ى ونجعل فيه نقطة ب للشمال ونقطة ى للجنوب ونقطة أ للشرق ونقطة ح للغرب ثم يؤخذ مقدار حساب السعة الذي هو ٢٤ درجة و ٨ دقائق و ٣٠ ثانيه مبتدأ من نقطة ب مغرب الدنيا الى جهة الشمال

وتوضع الشمس في نقطة شم ثم يعد مقدار اتجاه البوصلة وهو ٣٠ درجة مغرب شمال مبتدئا من الشمس الى جهة المغرب الى نقطة و ويرسم خط مار بالمركز فتكون نقطة (و) هي مغرب البوصلة وحيث كان الفرق بين مغرب الدنيا ومغرب البوصلة مساويا لمقدار الانحراف ونقطة مغرب البوصلة وقعت في جهة الشمال من مغرب الدنيا فيكون جنس الانحراف غربيا كما هو مبين في شكل (٤٠)

مثال ثاني

سنة ١٨٧١ في يوم ١٥ شهر ينوار يوعرض المكان ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و٣٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع محل الراصد ٣٠ قدما واتجاه الشمس وقت الغروب وجد ١٨ درجة و٩ دقيقة مغرب جنوب والمطلوب مقدار سعة الشمس الظاهري وانحراف البوصلة

صورة العمل

مطلوب غروب تقريبي

١٠٫٢١٨٠٨٤ ظلتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

٩٫٥٨٧٦٦٠ ظاميل الشمس ٢١ درجة ٩ دقيقة جنوب

١٩٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٥٨٧٦٦٠ مجموع الثاني والثالث

١٠٫٢١٨٠٨٤ ظلتا عرض

٩٫٣٦٩٥٧٦ جتا نظره ٥ ساعات و٥ دقائق و٤٩ ثانية = وقت الغروب

مطلوب وقت فلكي غرنويج

ث	د	س	يوم	
٤٩	٠٥	٠٥	١٥	حساب فلكي محل
٣٢	٥٩	٠١	٠٠	زمن الطول شرق
١٧	٠٦	٠٣	١٥	حساب فلكي غرنويج

مطلوب

مطلوب فرق الميل

″	′	°	
١٣	٠٩	٢١	ميل الشمس فى ١٥ ينواريو جنوب
١ ٠	٥٨	٢	شرحه فى ١٦ ينواريو جنوب
١٢	١١	٠٠	فرق ميل فى ٢٤ ساعة

٠٨٨٨٨٥ر٠ أنساب فلكى غرنويج
٢٠٦٠٥ر١ انساب فرق ميل الشمس
٠٩٤٩٠ر٢ انساب طرف ثانى ٤ دقيقه ٢٧ ثانية

مطلوب ميل صحيح

″	′	°	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	ميل الشمس فى ١٤ ينواريو
٢٧	٠	٠	طرف ثانى طرح
٤٦	٠٧	٢١	ميل صحيح جنوب
٠	٠٠	٩٠	
٤٦	٠٧	١١١	تمام ميل

مطلوب تمام عرض

″	′	°	
[illegible]	٣٠		عرض
٠٠		٩٠	
٠٠	٨		تمام عرض

مطلوب تمام ارتفاع

″	′	°	
٠٠	٠٠	٩٠	من سمت الرأس الى الافق
٤٢	٣٣	٠٠	انعطاف شعاع
٢٤	٠٤	٠٠	انحطاط الافق ٢٠ قدما
١٨	١٦	٠٠	نصف قطر الشمس
٢٤	٥٤	٩٠	تمام ارتفاع

مطلوب نصف الزاوية

″	′	°	
٤٦	٠٧	١١١	تمام ميل
٠٠	٤٩	٠٥٨	تمام عرض
٢٤	٥٤	٠٩٠	تمام ارتفاع
١٠	٥١	٢٦٠	المجموع
٣٥	٢٥	١٣٠	نصف المجموع
٤٦	٠٧	١١١	تمام ميل
٤٩	١٧	١٩	

٠٦٧٧٧٢ر٠ قتا تمام عرض
٠٠٠٠٥٥ر٠ قتا تمام ارتفاع
٨١١٥٣٠ر٩ جا نصف المجموع
٩٠٩١٠٠ر٩ جا باقى محفوظ
٤٦٨٤٥٧ر١٩ المجموع
[illegible]ر٩ نصف المجموع
٧٣٤٣٧ر٩ ينظر من تمام الجيب

″	′	°	
٣٠	٠٩	٥٧	= نصف الزاوية
٣٠	٠٥	٥٧	مثله ضم
٠٠	١٩	١١٤	مقدار الزاوية الصمتية
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	١٩	٢٤	= سعة الشمس مغرب جنوب
٠٠	١٩	١٨	اتجاه الشمس بوصلة مغرب جنوب
٠٠	٠٠	٠٦	انحراف البوصلة غربي

وبيانه ان يؤخذ من على محيط افق الدنيا مبتدأ من نقطة المغرب الى جهة الجنوب مقدار حساب السعة الذى هو ٢٤ درجة و١٩ دقيقة ويوضع محل الشمس فى نقطة شه ثم تجعل الشمس الى جهة الجنوب و بعدها الى جهة الشمال مقدار ١٨ درجة و ١٩ دقيقة ويرسم خط مار بالمركز فيكون ذلك الخط هو خط مغرب ومشرق محيط البوصلة وحيث وجد فى جهة يسار مغرب الدنيا فيكون جنس الانحراف غربيا

تنبيه

اذا كان الرصد تحت خط الاستواء أى ان عرض المكان مساو لصفر درجة وصفر دقيقة ففى هذه الحالة يكون قوس السعة مساويا لمقدار ميل الشمس وذلك لان خط الاستواء يصير منطبقا على خط أول السموت ودائرة الميل المارة بالشمس تكون منطبقة على دائرة الافق وحينئذ يعتبر ميل الشمس مقدار السعة واذا كان ميل الشمس مساويا لصفر درجة وصفر دقيقة فانه ينعدم مقدار سعة الشمس والشمس تشرق وتغرب فى المشرق والمغرب الحقيقيين والاتجاه الذى يؤخذ من البوصلة يكون مساويا لمقدار الانحراف

امثله فى استخراج الانحراف

″	′	°	
٣٠	٢٠	٣٠	سعة الشمس شرق شمال
٣٠	٠٠	٢٠	اتجاه بوصلة مشرق شمال
٠٠	٢٠	١٠	انحراف قريل

مثال آخر

″ ′ °

٠٠ ٠٠ ٢٥ سعة الشمس
مشرق شمال

٠٠ ٠٠ ٣٢ اتجاه بوصلة مشرق
شمال

٠٠ ٠٠ ٠٧ انحراف بويراز

مثال آخر

″ ′ °

٠٠ ٤٠ ١٨ سعة الشمس
مشرق جنوب

٠٠ ٣٠ ٢٥ اتجاه بوصلة
مشرق جنوب

٠٠ ٥٠ ٠٦ انحراف قره يل

مثال آخر

″ ′ °

٠٠ ٣٠ ٢٢ سعة الشمس
مشرق جنوب

٠٠ ٣٠ ١٥ اتجاه بوصلة مشرق
جنوب

٠٠ ٠٠ ٠٧ انحراف بويراز

مثال آخر

″ ′ °

٠٠ ٣٠ ٠٤ سعة الشمس
مشرق جنوب

٠٠ ٢٠ ٠٣ اتجاه بوصلة مشرق
شمال

٠٠ ٠٠ ٠٨ انحراف بويراز

مثال آخر

″ ′ °

٠٠ ٤٠ ٠٢ سعة الشمس
مشرق شمال

٠٠ ٣٠ ٠٤ اتجاه بوصله مشرق
جنوب

٠٠ ١٠ ٠٧ انحراف قره يل

″ ′ °

٠٠ ٣٠ ٢٤ سعة الشمس
مغرب شمال

٠٠ ٤٠ ٣٠ اتجاه بوصلة مغرب
شمال

٠٠ ١٠ ٠٦ انحراف قره يل

مثال آخر

″ ′ °

٠٠ ٣٠ ٢٥ سعة الشمس
مغرب شمال

٠٠ ٢٠ ١٨ اتجاه بوصلة
مغرب شمال

٠٠ ١٠ ٠٧ انحراف بويراز

مثال آخر

″ ′ °

٠٠ ٣٠ ٢٢ سعة الشمس
مغرب جنوب

٠٠ ٠٠ ١٨ اتجاه بوصلة
مغرب جنوب

٠٠ ٣٠ ٠٤ انحراف قره يل

مثال آخر

°	´	˝	
١٥	٣٠	٠٠	سعة الشمس مغرب جنوب
٢٢	٠٠	٠٠	اتجاه بوصلة مغرب جنوب
٠٦	٣٠	٠٠	انحراف بويراز

مثال آخر

°	´	˝	
٠٣	٣٠	٠٠	سعة الشمس مغرب شمال
٠٤	١٠	٠٠	اتجاه بوصلة مغرب جنوب
٠٧	٤٠	٠٠	انحراف بويراز

مثال آخر

٠٣	٣٠	٠٠	سعة الشمس مغرب جنوب
٠٥	١٠	٠٠	اتجاه بوصلة مغرب شمال
٠٨	٣٠	٠٠	انحراف قره يل

(وأقول) أنه بالتأمل فى القضية المذكورة وملاحظة الاعمال التى سبقت فى شكل (٣٩) وشكل (٤٠) يظهر أنه متى علم مقدار انحراف البوصلة فانه يمكن استخراج قوس السعة ومتى علم قوس السعة وميل الشمس فى اليوم المطلوب فيعلم مقدار عرض المكان وطريق ذلك ان يؤخذ اتجاه الشمس وقت شروقها أو وقت غروبها بواسطة الاتجاه المأخوذ والانحراف المعلوم يصير استخراج قوس سعة الشمس بعكس العمل الذى صار فى الامثلة السابقة وهو أنه يضم مقدار الانحراف على اتجاه الشمس المأخوذ فينتج مقدار سعة الشمس هذا اذا كان جنس الانحراف غربيا والاتجاه المأخوذ من البوصلة اقل من مقدار سعة الشمس كما فى المثال الاول (والحاصل) أنه يصير مراعاة الاعمال التى سبقت فى الامثلة الاثنى عشر فى استخراج انحراف البوصلة فيصير العمل بعكس ما هو معلوم فى كل مثال من الامثلة المذكورة وانه متى علم قوس السعة وميل الشمس فيصير استخراج العرض المطلوب وهو أن يقال فى المثلث شكل الكروى القائم

الزاوية ان قوس شـ م يساوى سعة الشمس وزاوية شـ ل م قائمة وقوس شـ ل يساوى ميل الشمس وبواسطة هذه المعلومات الثلاثة يحدث جا شـ م قوس السعة : جا نصف القطر :: جا شـ ل مقدار ميل الشمس : جا زاوية شـ م ل تمام العرض ومتى علم تمام العرض فيطرح من ٩٠ ينتج مقدار العرض المطلوب

مثال ذلك

سنة ١٨٧٤ فى ١٥ شهر يوليو طول المكان ٢٩ درجة و٥٣ دقيقة وانحراف البوصلة ٦ درجات غربي والمطلوب قوس السعة ومقدار العرض

(الجواب) انه يؤخذ اتجاه الشمس وقت الشروق وجده ٥٠ درجة و٤٤ دقيقة ٣٠ ثانية فيضم على ٦ درجات انحراف البوصلة فيصير الحاصل مساويا ٢٥ درجة و٢٤ دقيقة و٣٠ ثانية مساويا القوس السعة وأما استخراج العرض فيصير بهذا العمل

٩٫٦٣٢٥٢٥ جا ٢٥ درجة و٢٤ دقيقة و٣٠ ثانية

١٠٫٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

٩٫٥٦٤٧٩٦ جتا ميل الشمس ٢١ ٣٣ ٠٨

١٩٫٥٦٤٧٩٦ مجموع الثاني والثالث

٩٫٦٣٢٥٢٥ " " "

٩٫٩٣٢٢٧١ = جتا نظر ٣٠ر١٠ر٣١ = لعرض المكان شمالى

وقس على ذلك باقى الامثلة

٩٩ الدعوى السابعة

فى بيان استخراج مقدار الزاوية السمتية ومقدار انحراف البوصلة

قوس الزاوية السمتية هو عبارة عن القوس المأخوذ من دائرة الافق المحصور بين دائرة نصف نهار المكان والدائرة السمتية المارة بالشمس يوم العمل ولنفرض كما فى شكل (٤١) ان دائرة ا ح ب ى هى دائرة نصف نهار المكان وخط ا ب دائرة الافق ونقطة ح سمت رأس (و) ى سمت القدم

وعرض المكان هوقوس اهو وخط رح خط الاستواء السماوى وفرضنا ان ميل الشمس شمالى و وقت الارتفاع المأخوذ منها كانت فى نقطة شه ثم رسمنا دائرة حشه العمتية ودائرة هشه و دائرة الميل المارين بالشمس فيحدث من هذه الدوائر مثلث هحشه الكروى ويكون فيه قوس هشه يساوى تمام ميل الشمس وقوس شهح يساوى لتمام الارتفاع وقوس هح يساوى لتمام عرض المكان وحيث علمت اضلاعه الثلاثة فيصير استخراج مقدار زاوية هحشه العمتية المقابلة لضلع هشه مقدار تمام الميل وكيفية استخراج مقدار الزاوية المذكورة تقدم فى قضية استخراج فضل الدائر ولكن حيث كان تمام الميل مقابلا للزاوية المذكورة فيؤخذ أولا تمام ميل الشمس ثم تمام العرض وتمام الارتفاع وتضم المقادير الثلاثة و بعد ذلك يصير اجراء العمل المتقدم من البحث عن مقدار نصف الزاوية من جدول تمام الجيب يؤخذ الدرج والدقائق ثم يضعف فينتج مقدار الزاوية المذكورة وحيث كان المراد من استخراج الزاوية المذكورة هو لاجل معرفة انحراف البوصلة فحينئذ يلزم ان يؤخذ اتجاه الشمس بالبوصلة وقت ان يؤخذ الارتفاع منها والارتفاع المذكور تارة يؤخذ قبل الزوال وتارة بعده ثم يحول هذا الارتفاع الى ارتفاع صحيح وكذلك يحول ميل الشمس الى الوقت المأخوذ فيه الارتفاع و بواسطة عرض المكان وميل الشمس والارتفاع الصحيح يصير استخراج مقدار الزاوية العمتية و بمراعاة جنس العرض يعلم جنس مقدار الزاوية المذكورة وهو انه اذا كان العرض شماليا والعمل قبل الزوال فيصير مقدار الزاوية شمال مشرق وان كان العمل بعد الزوال يصير مقدارها شمال مغرب وأما اذا كان العرض جنوبيا والعمل قبل الزوال يصير مقدار الزاوية جنوب مشرق و بعد الزوال جنوب مغرب (والحاصل) أنه يستدل على جنس الزاوية بجنس العرض المعلوم ثم ينظر الى الاتجاه المأخوذ بالبوصلة من الشمس فان وجد من جنس قوس الزاوية العمتية اعنى اذا كانا فى زاوية واحدة فيطرح احدهما من الآخر ينتج مقدار الانحراف وأما اذا كان اتجاه

الشمس المأخوذ يوجد فى زاوية مجاورة لزاوية القوس السمتى فيلزم طرح مقدار القوس السمتى من ١٨٠ درجة حتى أنه يصير من جنس مقدار الانحراف المأخوذ ومتى كانا متحدين فى الجنس فيطرح الاقل من الاكثر والناتج يكون مساويا لمقدار الانحراف المطلوب ؛

(مثال أول)

سنة ١٨٧١ فى يوم ١٥ شهر مايس عرض المكان ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و ٣٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع المكان ٢٠ قدما وفى وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة جرى اخذ ارتفاع الشمس من محيطها الاسفل وجد ٤١ درجة و ٦ دقائق و ١٧ ثانيه و بوقتها وجد اتجاه الشمس من البوصلة ٨٣ درجة جنوب مشرق والمطلوب مقدار قوس الزاوية السمتية وانحراف البوصلة

صورة العمل

″	′	ع	يوم	
٠٠	٣٠	٠٨	١٥	حساب اعتيادى محل
٠٠	٠٠	١٢	٠١	طرح يوم وضم ١٢ ساعه
٠٠	٣٠	٢٠	١٤	حساب فلكى محل
٣٢	٥٩	٠١	٠٠	زمن الطول شرق
٢٨	٣٠	١٨	١٤	حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق ميل

١٦	٣٥	١٨	ميل ١٤ شهر مايس شمالى
٣٩	٤٩	١٨	شرحه ١٥ منه شمالى
٢٣	١٤	٠٠	فرق ميل فى ٢٤ ساعه

١٫٢٣٠٤ أنساب غرنويج

١٫٠٩٧٤١ انساب فرق ميل

١٫٢١٠٤٥ انساب طرف ثانى ١١ دقيقة و ٥ ثانية

ه ـ ء

١٦ ٣٥ ١٨ ميل ١٤ شهر مايس

١٥ ١١ ٠٠ طرف ثاني

٢٠ ٤٦ ١٨ ميل صحيح شمالي

٠ ٠٠ ٩٠

٣٩ ١٣ ٧١ تمام ميل

١ ٣١ عرض

٠٠ ٩٠

٤٩ ٥٨ تمام عرض

مطلوب ارتفاع صحيح

ه ـ ء

١٧ ٢٦ ٤٠ ارتفاع مأخوذ بمحيط أسفل

٥١ ١٥ ٠٠ نصف قطر الشمس

٠٨ ٢٢ ٤١ ارتفاع ظاهر

٢٤ ٠٤ ٠٠ انحطاط الافق ٢٠ قدما

٤٤ ١٧ ٤١ ارتفاع مركز

٥٩ ٠٠ ٠٠ نقصان شعاع

٤٥ [illegible] ٤ ارتفاع صحيح

٠ ٥

[illegible]

مطلوب مقدار الزاوية السمتية

ه ـ ء

٣٩ ١٣ ٧١ تمام ميل

٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض

١٥ ٤٣ ٤٨ تمام ارتفاع

٥٤ ٤٥ ١٧٨ الحاصل

٥٧ ٣٢ ٨٩ نصف الحاصل

٣٩ ١٣ ٧١ تمام ميل

١٨ ٠٩ ١٨ باقي محفوظ

٠ر٠٦٧٧٧٢ قتا تمام عرض

٠ر١٢٤٠٦٩ قتا تمام ارتفاع

٩ر٩٩٩٩٧٥ جا نصف الحاصل

٩ر٤٩٣٥٦٢ جا باقي محفوظ

١٥ر٦٨٥٣٧٨ المجموع

٩ر٨٤٢٦٨٩ نصف المجموع من تمام الجيب

ه ـ ء

٠٠ ٥٣ ٤٥ نصف الزاوية

٠٠ ٥٣ ٤٥ مثله ضم

٠٠ ٤٦ ٠٩١ = مقدار الزاوية السمتية شمالي شرقي فيلزم طرحه من ... درجة ليكون من جنس الاتجاه المأخوذ بواسطة البوصلة

″	′	°	
٠٠	٤٦	٠٩١	= مقدار الزاوية السمتية شمال مشرق
٠٠	٠٠	١٨٠	
٠٠	١٤	٨٨	مقدار الزاوية جنوب مشرق
٠٠	٠٠	٨٣	اتجاه الشمس من البوصلة جنوب مشرق
٠٠	١٤	٠٥	= انحراف البوصلة غربي

وايضاح ذلك وكيفية معرفة جنس الانحراف برسم دائرة أفق الدنيا كما في شكل (٤٢) ثم يؤخذ من الزاوية الثانية أعني جنوب مشرق مقدار ٨٨ درجة و ١٤ دقيقة مبتدأ من نقطة الجنوب و يصير وضع الشمس في نقطة شه ثم يعد منها الى جهة الجنوب مقدار ٨٣ درجة المساوية لمقدار الاتجاه ويرسم خط مار بالمركز فهذا الخط يكون مارا بنقطتي شمال وجنوب البوصلة وحيث انه وجد في جهة يسار شمال وجنوب الدنيا فيكون جنس الانحراف غربيا كما هو مبين في الشكل المذكور

(مثال ثاني)

سنة ١٨٧١ في يوم ١٠ شهر مارث عرض المكان ٤٠ درجة و ٥٧ دقيقة شمالي والطول ٢٢ درجة و ٢٠ دقيقة غرب نصف نهار غرنويج ارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفي وقت ١٠ ساعات و ٢٠ دقيقة و ٣٠ ثانية قبل الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس من محيطها الاسفل فوجد ٣٩ درجة و ٣٣ دقيقة وكان اتجاه الشمس من البوصلة ١٥ درجة جنوب مشرق والمطلوب مقدار الزاوية السمتية والانحراف

(صورة العمل)

″	′	ساعة	يوم	
٣٠	٢٠	١٠	١٠	حساب اعتيادي محل
٠٠	٠٠	١٢	٠١	طرح يوم وضم ١٢ ساعة
٣٠	٢٠	٢٢	٠٩	حساب فلكي محل
٢٠	٢٩	٠١	٠٠	زمن الطول غرب ضم
٥٠	٤٩	٢٣	٩	حساب فلكي غرنويج

مطلوب فرق الميل

″ ′ °

٥٩ ٣٢ ٠٤ ميل الشمس فى ٩ مارت جنوب

٣١ ٠٩ ٠٤ شرحه فى ١٠ منه جنوب

٢٨ ٢٣ ٠٠ فرق الميل فى ٢٤ ساعة

٣٠٢ ٠٠ر٠ انساب فاكى غرنويج

٨٨٤٨٢ر٠ أنساب فرق الميل

٨٨٧٨٥ر٠ انساب طرف ثانى

٣٢ دقيقة و١٨ ثانية

″ ′ °

٥٩ ٣٢ ٠٤ ميل الشمس فى ٩ مارت

١٨ ٣٢ ٠٠ طرف ثانى

٤١ ٠٩ ٠٤ ميل صحيح جنوب

٠٠ ٠٠ ٩٠

٤١ ٠٩ ٩٤ تمام ميل

″ °

٥٧ ٤٠ عرض

٠٠ ٩٠

٠٣ ٤٩ تمام عرض

مطلوب تمام ارتفاع

″ ′ °

٠٠ ٢٣ ٣٩ ارتفاع محيط أسفل

٠٨ ١٦ ٠٠ نصف قطر

٠٨ ٣٩ ٣٩ ارتفاع مركز

٢٤ ٠٤ ٠٠ انحطاط الافق

٤٤ ٣٤ ٣٩ ارتفاع ظاهر

٠٣ ٠١ ٠٠ انعطاف شعاع

٤١ ٣٣ ٣٩ ارتفاع صحيح

٠٠ ٠٠ ٩٠

١٩ ٢٦ ٥٠ تمام ارتفاع

مطلوب القوس السمتى

″ ′ °

٤١ ٠٩ ٩٤ تمام ميل

٠٠ ٠٣ ٤٩ تمام عرض

١٩ ٢٦ ٥٠ تمام ارتفاع

٠٠ ١٩٣ر٣٩ يكون

٣٠ ٤٩ ٩٦ر نصفه

٠٠ ٠٣ ٤٩ر تمام عرض

٣٠ ٤٦ ٤٧ باقى أول

٣٠ ٤٩ ٩٦ نصف الحاصل

١٩ ٢٦ ٥٠ تمام ارتفاع

١١ ٢٣ ٤٦ باقى ثانى

٠ر١٢١٨٩١ قتا تمام عرض

٠ر١١٢٩٨٠ قتا تمام ارتفاع

٩ر٨٦٩٠٣٢ جا باقى أول

٩ر٨٥٩٧٠١ جا باقى ثانى

١٩ر٩٦٤١٠٩ يكون

٩ر٩٨٢٠٧٩ جا نظر = ٧٣ درجة ٣٩ دقيقة و١٥ ثانية نصف الزاوية

″	′	°	
١٥	٣٩	٧٣	= نصف الزاوية
١٥	٣٩	٧٣	مثله ضم
٣٠	١٨	١٤٧	= قوس الزاوية السمتية شمال مشرق
٠٠	٠٠	١٨٠	
٣٠	٤١	٣٢	قوس الزاوية السمتية جنوب مشرق
٠٠	٠٠	١٥	اتجاه الشمس بوصلة جنوب مشرق
٣٠	٤١	١٧	انحراف البوصلة غربي والتوضيح عن ذلك قد تقدم في المثال الاول

مثال ثالث

سنة ١٨٧٤ في ١٥ شهر اغسطوس كانت السفينة على دائرة المعدل والطول ٣٠ درجة شرق نصف نهار غرنويج وفي وقت الساعة ٩ قبل الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل وجد ٤٣ درجة و٨ دقائق و١٥ ثانية واتجاه الشمس من البوصلة ٨٠ درجة شمال مشرق وارتفاع السفينة ٢٠ قدما والمطلوب مقدار الزاوية السمتية والانحراف (الجواب) عن ذلك حيث كان العرض صفر درجة وصفر دقيقة وكان جنس ميل الشمس شماليا وتقدم أنه متى كان جنس ميل الشمس من جنس عرض المكان فيصير طرح ميل الشمس من ٩٠ درجة واذا كان جنس ميل الشمس مخالفا لجنس عرض المكان فيضم مقدار ميل الشمس على ٩٠ درجة والناتج من الاول ومن الثاني يكون مساويا لتمام ميل الشمس ومن كون ان عرض المكان في هذا المثال مساو لصفر درجة فاذا طرح مقدار ميل الشمس من ٩٠ درجة فيوجد المثلث الكروي المتشكل من تمام العرض وتمام الارتفاع وتمام الميل في جهة القطب الشمالي واذا صار جمع ميل الشمس على ٩٠ درجة وينتج مقدار تمام الميل فيكون المثلث المذكور في جهة القطب الجنوبي والعمل بالوجهين المذكورين يكون حاصلهما واحدا لكن اذا صار طرح مقدار ميل الشمس

من ٩٠ درجة فيصير اعتبار الزاوية السمتية شمال مشرق واذا جمع ميل الشمس على ٩٠ درجة كان الحاصل مساويا لمقدار تمام ميل الشمس ويكون قوس الزاوية السمتية جنوب مشرق وينتج من العملية المذكورة فى الحالة الاولى ان مقدار الزاوية السمتية تساوى ٧٠ درجة و٢٥ دقيقة و٣٠ ثانية شمال مشرق ومن العمل الثانى المذكور فى الحالة الثانية ينتج ان مقدار قوس الزاوية السمتية يساوى ١٠٩ درجات و٣٤ دقيقة و٣٠ ثانية وبطرحها من ١٨٠ درجة يصير الباقى مساويا ٧٠ درجة و٢٥ دقيقة و٣٠ ثانية شمال مشرق واذا صار طرح ذلك من ٨٠ درجة التى هى مقدار الاتجاه المأخوذ من البوصلة فيصير الباقى مساويا ٩ درجات و٣٤ دقيقة و٣٠ ثانية وهو مقدار الانحراف ويكون جنسه غربيا

تنبيه

اذا كان ميل الشمس مساويا لصفر درجة وصفر دقيقة فيصير مقدار تمام الميل ٩٠ درجة ثم يصير اجراء العمل كما فى السابق وأما اذا كان عرض المكان وميل الشمس كل منهما يساوى صفر درجة وصفر دقيقة فيصير مقدار الزاوية السمتية مساويا ٩٠ درجة لان دائرة المعدل تكون منطبقة على خط أول السموت ومحور العالم يكون منطبقا على دائرة الافق وتكون الشمس موجودة على خط أول السموت والزاوية المحصورة بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة السموت المارة بالشمس يكون مقدارها ٩٠ درجة وحينئذ لا يلزم استخراج مقدار القوس السمتى ويصير وضع مقداره ٩٠ درجة ثم يصير طرح مقدار الاتجاه المأخوذ من الشمس من المقدار المذكور فينتج مقدار الانحراف المطلوب

وأقول بالتأمل الى حل المسئلة السابعة ومراجعة قوانين حل المثلثات الكروية يظهر منها انه متى علم مقدار انحراف البوصلة لاى مكان كان فانه يصير استخراج ارتفاع الشمس فى الاوقات التى توجد قبل الزوال أو بعده بالعمل الآتى (ومثاله) اذا فرض مقدار انحراف البوصلة ٥ درجات و٤١ دقيقة غربي وأريد معرفة ارتفاع الشمس فى يوم ١٥ شهر

مارس

مايس سنة ١٨٧١ فى الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة قبل الزوال فطريق ذلك ان يصير أخذ اتجاه الشمس فى الوقت المذكور مثلا وجدناه ٨٣ درجة جنوب مشرق وبالتأمل الى دائرة استخراج الانحراف يضم مقدار ٨٣ درجة على مقدار الانحراف وهو ٥ درجات و ١٤ دقيقة فيصير الحاصل مساويا ٨٨ درجة و ١٤ دقيقة ويكون مساويا بالقوس الزاوية المعتبرة التي هي شه ح ر كما فى شكل (٤١) واذا طرح ذلك من ١٨٠ درجة فيصير الباقى مساويا ٩١ درجة و ٤٦ دقيقة وهو مقدار زاوية ه ح شه وأيضا اذا طرحنا ٨ ساعات و ٣٠ دقيقة من ١٢ ساعة فيصير الباقى ٣ ساعات و ٣٠ دقيقة وهو يساوى لزاوية فضل الدائر وهى زاوية ح ه ش وحينئذ يكون فى المثلث ه ح ش الكروى ان زاوية ه ح ش تساوى ٩١ درجة و ٤٦ دقيقة والزاوية ح ه ش تساوى ٣ ساعات و ٣٠ دقيقة والضلع ه ش يساوى لتمام ميل الشمس وحيث ذلك فيكون فى المثلث المذكور نسبة جا ٩١ درجة و ٤٦ دقيقة ∴ جا ه ش تمام ميل الشمس :: جا ٣ ساعات و ٣٠ دقيقة مقدار فضل الدائر ∴ جا قوس ح ش المساوى لمقدار تمام الارتفاع

صورة العمل

′	°	
٠٠	٨٣	اتجاه الشمس وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة جنوب مشرق
١٤	٠٥	انحراف غربى ضم
١٤	٠٨٨	يساوى لمقدار زاوية ش ح ر
٠٠	١٨٠	
٤٦	٩١	= لزاوية ه ح ش

مطلوب فضل الدائر

′	ع
٣٠	٠٨
٠٠	١٢
٣٠	٠٣ = فضل الدائر

مطلوب تمام الارتفاع

٩٫٩٩٩٧٩٣ جا ١٩ درجة و٤٦ دقيقة
٩٫٩٧٦٢٦٤ جتا ميل الشمس ١٨ درجة و٤٦ دقيقة و٢١ ثانية شمالى
٩٫٨٩٩٤٦٧ جا الساعة ٣ و٣٠ دقيقة فضل الدائر

١٩٫٨٧٥٧٣١ مجموع الثانى والثالث
٩٫٩٩٩٧٩٣ جا ١٩ درجة و٤٦ دقيقة

٩٫٨٧٥٩٣٨ جا نظر = ٤٨ درجة و٤٣ دقيقة و١٥ ثانية = تمام ارتفاع الشمس

ث	د	ه	
١٥	٤٣	٤٨	تمام ارتفاع
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٥	١٦	٤١	ارتفاع الشمس صحيح

الدعوى الثامنة

١٠٠ فى كيفية استخراج وقت العصر

وقت العصر يحصل متى وجد ظل أى شئ مثله مضافا على ظل ذلك الشئ وقت الظهر وحيث كان ذلك الشئ عمودا على سطح الارض وفرضنا طوله يساوى لاى مقدار كان فبواسطة مقدار طوله المفروض يصير استخراج مقدار ظله وقت الظهر بالطريق الآتى وهو أنه ينظر أولا الى جنس عرض المكان وميل الشمس فان كانا من جنس واحد فيطرح مقدار ميل الشمس من مقدار عرض المكان والباقى يكون مساويا لمقدار تمام ارتفاع الشمس وقت الزوال وأما اذا كان جنس العرض مخالفا لجنس ميل الشمس فيضم مقدار ميل الشمس على مقدار عرض المكان والناتج يكون مساويا لتمام ارتفاع الشمس وقت الزوال ومتى علم تمام الارتفاع فانه يصير طرحه من ٩٠ درجة فيصير الباقى مساويا لارتفاع الشمس وقت الزوال كما هو معلوم

فى بند ۹۱ شكل (۳۷) ثم ان مقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال يصير مساويا لمقدار الزاوية المقابلة لطول الشاخص الذى يرمز له بحرفى ا ب وحينئذ يوجد فى مثلث ا ب ح المستقيم الاضلاع زاوية اح ب تساوى لمقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال وضلع ا ب يساوى لطول الشاخص المتقدم ذكره وزاوية ا ب ح قائمة وبمقتضى ما تقدم فى علم المثلثات المستقيمة الاضلاع يكون نسبة ظل الزاوية الحادة ا ح ب : ضلع ا ب :: نصف القطر : ضلع ح ب الذى يساوى ظل الشاخص وقت الزوال اعنى أنه يؤخذ انساب عدد طول الشاخص ويضم عليه نصف القطر ويطرح من الحاصل ظل مقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال وينظر على الباقى من انساب الاعداد فينتج مقدار الضلع ب ح واذا مددنا ضلع ب ح على استقامته من جهة نقطة ح واخذنا خط ح ى مساويا لخط ا ب طول الشاخص فيصير ضلع ى ب مساويا لمقدار مجموع طول الشاخص مضافا عليه مقدار ظله وقت الظهر وضلع ا ب مساو بالطول الشاخص ويكون فى المثلث ا ى ب الزاوية ا ى ب تساوى لمقدار ارتفاع الشمس وقت العصر ولاستخراج مقدار الزاوية المذكورة يصير ظا زاوية ا ى ب المجهولة : ضلع ا ب :: جا نصف القطر : ضلع ى ب المعلوم وبعد استخراج مقدار الزاوية المذكورة يصير استخراج زاوية فضل الدائر كما تقدم فى شكل (٤١) لاننا اذا فرضنا أن الشمس وقت العصر كانت فى نقطة ش فيكون قوس ش ن مساو بالارتفاعها وقت العصر وقوس ش ح يساوى لتمام الارتفاع وقوس ه ح يساوى لتمام عرض المكان وقوس ه ش يساوى لتمام ميل الشمس وبواسطة اضلاع المثلث المعلومة يصير استخراج زاوية فضل الدائر ح ه ش كما تقدم ومقدار هذه الزاوية يكون مساويا لمقدار الزمن الكائن بين وقت الظهر ووقت العصر فاذا صار جمعه على وقت شروق الشمس الافرنكى الذى يساوى لوقت الظهر عربيا فيصير الحاصل مساو بالوقت العصر بالساعة العربى

(مثال ذلك)

سنة ۱۸۷۳ فى يوم ۹ شهر ابريل عرض سكندرية ۳۱

درجة و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وفرضنا طول الشاخص مساويا ٢٠ قدما والمطلوب وقت العصر

(صورة العمل)

٧ درجة و ٤٢ دقيقة و ٤٠ ثانية ميل الشمس يوم (٩) ابريل ولاجل تحويل ميل الشمس الى وقت زوال سكندرية يؤخذ فرق الميل لساعة واحدة فيوجد ٥٥ ثانية و ٦١ اعشاري وحيث كان زمن الطول ساعتين فيضرب زمن فضل فرق الطول فى فرق الميل فى الساعة الواحدة وهو ٥٥ ثانية و ٦١ اعشاري ينتج مقدار دقيقة واحدة و ٥١ ثانية وحيث كان ميل الشمس فى التزايد فيصير طرح دقيقة واحدة و ٥١ ثانية من ميل الشمس المعلوم فيصير الباقي ٧ درجات و ٤٠ دقيقة و ٤٩ ثانية وهو مقدار ميل الشمس وقت زوال سكندرية

مطلوب ارتفاع الشمس وقت الزوال

″	′	°	
٠٠	١١	٣١	عرض سكندرية شمالي جنس واحد يطرح
٤٠	٤٢	٠٧	ميل الشمس شمالي جنس واحد يطرح
٢٠	٢٨	٢٣	= تمام ارتفاع الشمس وقت الزوال
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٠	٣١	٦٦	= ارتفاع الشمس وقت الزوال

مطلوب طول ظل الشاخص وقت الزوال

١٫٣٠١٠٣٠ انساب عدد ٢٠ قدما
١٠٫٠٠٠٠٠ نصف قطر

١١٫٣٠١٠٣ المجموع
١٠٫٣٦٢٣٠٣ ظا ٦٦ درجة و ٣١ دقيقة و ٤٠ ثانية

٠٫٩٣٨٧٢٧ لوغاريتم عدد نظر = ٨ قدم و ٧٧ من عشرة زائد ٢٠ قدما = ٨ قدما و ٧٧ من عشرة يساوى طول الشاخص وقت العصر

مطلوب ارتفاع الشمس وقت العصر

٣٠ر١٣٠١٠٣٠ انساب عدد ٢٠
١٠ر٠٠٠٠٠ نصف القطر

١١ر١٣٠١٠٣٠
٩ر٤٥٧٨٨٣ انساب ٢٨ قدما و١٧ اعشارى

٩ر٨٤٣١٤٨ ينظر من الظل =
ه ق ث
٣٠ر٥٢ر٣٤ ارتفاع وقت العصر
٩٠ ٠٠ ٠٠

٣٠ر٠٧ر٥٥ تمام ارتفاع

مطلوب تمام عرض
١١ ٣١ عرض سكندريه
٩٠ ٠٠

٤٩ ٥٨ تمام عرض

مطلوب تمام ميل الشمس
ه ق ث
٤٩ر٤٠ر٠٧ ميل الشمس شمالى
٩٠ ٠٠ ٠٠

٢٠ ١٧ ٨٢ تمام ميل الشمس

مطلوب زمن فضل الدائر اعنى وقت العصر افرنكى

ث	ق	ه	
٣٠	٠٧	٥٥	تمام ارتفاع
٠٠	٤٩	٥٨	تمام عرض
٢٠	١٧	٨٢	تمام ميل
٥٠	١٣	١٩٦	المجموع
٥٥	٠٦	٩٨	نصف المجموع
٣٠	٠٧	٥٥	تمام ارتفاع
٢٥	٥٩	٤٢	باقى محفوظ

٠ر٠٦٧٧٧٣ قتا تمام عرض
٠ر٠٠٣٩٤٧ قتا تمام ميل
٩ر٩٩٥٦٢٨ جا نصف المجموع
٩ر٨٣٣٧١٦ جا باقى محفوظ

١٩ر٩٠١٠٦٣ يكون
٩ر٩٥٠٥٣١ نصف الحاصل جتا نظر

ث	ق	ه	
٣٨	٣٤	٠٣	وقت العصر افرنكى
٠٠	٣٦	٠٥	وقت شروق الشمس الظاهرى
٣٨	١٠	٠٩	= وقت العصر بالساعات العربية

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى ١٢ أوكتوبر عرض المحروسة ٣٠ درجة و٣ دقيقة و٤ ثوانى شمالى وطول موقعها ٣١ درجة و١٥ دقيقة

٤٣ ثانية شرق نصف نهار غرنويج ارتفاع محل الراصد ٢٠ قدما والمطلوب وقت العصر بالمحروسة

س	د	ث	
٠٠	١٤	٠٦	وقت شروق الشمس بالمحروسة افرنكى
٠٠	٠٠	١٢	
٠٠	٤٦	٥	وقت غروب الشمس

مطلوب ميل الشمس وقت زوال المحروسة

°	′	″	
٢٧	٢٦	٧	ميل الشمس فى ١٢ اوكتوبر
٥٨	٠١	٠	ماينقص زمن الطول فى ميل الشمس
٢٩	٢٤	٠٧	ميل الشمس وقت زوال المحروسة جنوب
٠٤	٠٢	٣٠	عرض المحروسة شمالى مخالف يضم
٣٣	٢٦	٣٧	تمام ارتفاع الشمس وقت الزوال
٠٠	٠٠	٩٠	
٢٧	٣٣	٥٢	غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال

مطلوب طول ظل الشاخص المفروض ٢٠ قدما وقت الزوال

١١٫٣٠١٠٣٠ لوعدد ٢٠ قدم + جا نصف القطر

١٠٫١١٥٩٣٥ ظا ٥٢ درجة و٣٣ دقيقة و٢٧ ثانية غاية ارتفاع الشمس

٠١٫١٨٥٠٩٥ لوعدد = ١٥٫٣١ قدما = ظل الشاخص وقت الزوال

+ ٢٠ قدما = ٣٥ قدما و٣١ من مائة طول ظل الشاخص وقت العصر

مطلوب ارتفاع الشمس وقت العصر

١١٫٣٠١٠٣٠ لوعدد ٢٠ + جا نصف القطر

١٫٥٤٧٨٩٨ لوعدد ٣٥٫٣١ قدما طول ظل الشاخص وقت العصر

٩٫٧٥٣١٣٢ ظا نظر

°	′	″	
٤٥	٣١	٢٩	ارتفاع الشمس وقت العصر
٠٠	٠٠	٩٠	
١٥	٢٨	٦٠	تمام ارتفاع

°	′	″	
٣٠	٠٢	٠٤	عرض المحروسة شمالي
٩٠	٠٠	٠٠	
٥٩	٥٧	٥٦	تمام عرض

٥٦ر٤٣ ″ = فرق ميل الشمس في ساعة واحدة يضرب في ٢ ساعة و٥ دقائق زمن الطول ينتج ١ دقيقة و٥٨ ثانية حصة زمن الطول ولاستخراج ميل الشمس وقت العصر يؤخذ نصف وقت الغروب ينتج ٢ ساعة و٥٣ دقيقة ثم يطرح من ذلك زمن الطول فيصير الباقي ٤٨ دقيقة وباجراء التناسب يستخرج ما يخص ٤٨ دقيقة من فرق ميل الشمس فيوجد ٤٣ ثانية يضم على مقدار ميل الشمس وهو ٧ درجات و٢٦ دقيقة و٢٧ ثانية فيصير الحاصل مساويا ٧ درجات و٢٧ دقيقة و١٠ ثواني وهو يساوي ميل الشمس وقت العصر وحيث كان جنسه مخالفا لجنس العرض فيضم على ٩٠ درجة ينتج ٩٧ درجة و٢٧ دقيقة و١٠ ثواني ويكون مساويا لتمام ميل الشمس

مطلوب وقت العصر افرنكي

		°	′	″	
		٦٠	٢٨	١٥	تمام ارتفاع
٠٦٢٦١٥ر٠	قتا	٥٩	٥٧	٥٦	تمام عرض
٠٠٣٦٨٦ر٠	قتا	٩٧	٢٧	١٠	تمام ميل
		٢١٧	٥٣	٢١	المجموع
٩٧٥٨١١ر٩	جا	١٠٨	٥٦	٤١	نصف المجموع
		٦٠	٢٨	١٥	تمام ارتفاع
٨٧٤٢٨٨ر٩	جا	٤٨	٢٧	٢٦	باقي محفوظ

٩١٦٤٠٠ر١٩ المجموع

٩٥٨٢٠٠ر٩ نصف المجموع من جيب التمام =

ـه	ـ	ءه	
٥٧	٣٨	٤٫٥	نصف الزاوية
٥٧	٣٨	٠٩	ضم مثله
٥٤	١٧	٠٣	= وقت العصر افرنكي
٠٠	١٤	٦	وقت الشروق افرنكي
٥٤	٣١	٠٩	وقت العصر عربي

تنبيه

اذا كان عرض المكان صفر درجة فيوضع تمامه ٩٠ درجة وكذلك اذا كان ميل الشمس صفر درجة فيوضع تمامه ٩٠ درجة واذا كان العرض والميل كل منهما يساوى صفر درجة فيصير تحويل تمام الارتفاع الى ساعات ينتج وقت العصر افرنكي

الدعوى التاسعة

١٠١ في كيفية استخراج ارتفاع الشمس في أي ساعة معلوم زمنها نهارا

اذا كان المراد استخراج ارتفاع الشمس مثلا في الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة قبل الزوال فطريق ذلك اذا كانت الساعة المعلومة من قبل الزوال فيصير طرحها من ١٢ ساعة والباقي يكون مساويا لمقدار فضل الدائر واذا كانت الساعة المعلومة من بعد الزوال فمقدارها يساوى لمقدار فضل الدائر ثم انه بواسطة عرض المكان وميل الشمس ومقدار زاوية فضل الدائر المعلومة يصير استخراج ارتفاع الشمس بالوجه الآتي ولبيان ذلك نفرض كما في شكل (٤٣) ان دائرة ا ح ب ى هي دائرة نصف نهار المكان وخط ا ب افق الراصد وخط هـ و محور العالم وخط ر ح خط الاستواء السماوى وفرضنا ان الشمس وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة كانت في نقطة شـ ثم رسمنا دائرة ح شـ ى السمتية ودائرة هـ شـ و دائرة الميل المارين بالشمس فيحدث مثلث هـ شـ خ الكروى وفيه يوجد قوس هـ ح يساوى لتمام العرض وقوس هـ شـ يساوى لتمام ميل الشمس وزاوية ح هـ شـ تساوى لزاوية فضل الدائر وحيث علم في المثلث المذكور الثلاثة اشياء المذكورة فيصير استخراج قوس ح شـ المساوى لتمام الارتفاع ولذلك

تنزل من نقطة ح عمود ح ل على دائرة الميل ه شه و فيحدث مثلثي ه ل ح (و) ح ل شه ويكون كلامنهما قائم الزاوية فى نقطة ل ولاجل استخراج مقدار عمود ل ح من المثلث الاول يقال نسبة جانصف القطر : جتا عرض اعنى ه ح :: جا فضل الدائر : جا ل ح المطلوب وبعد استخراج عمود ل ح يصير استخراج القطعة ه ل بمقتضى النتيجة الثانية المذكورة فى قوانين المثلثات الكرو ية اعنى جتا ه ح يساوى جتا ح ل مضروبا فى جتا ه ل اعنى جيب العرض يساوى لحاصل ضرب جيب تمام مقدار ح ل فى جيب تمام القطعة ه ل أو جتا ه ل

$=\frac{\text{جا عرض}}{\text{جا مقدار ح ل}}$ العمود وبعد استخراج القطعة ه ل يصير طرحها من مقدار تمام الميل ه شه فيصير الباقى مساويا للقوس ل شه وأيضا فى مثلث (ح ل شه) ح شه المساوى تمام الارتفاع يساوى جيب تمام ح ل × جيب تمام القطعة ل شه اعنى يضم جيب تمام مقدار العمود على جيب تمام القطعة ل شه وينظر على المجموع من جيب التمام ينتج مقدار ح شه واذا نظر على الباقى المذكور من خانة الجيب ينتج مقدار ارتفاع الشمس فى وقت الساعة ٨ و٣٠ دقيقة هكذا

مثال أول

سنة ١٨٧١ فى يوم ١٥ شهر مايس عرض سكندرية شمالى ٣١ درجة و١١ دقيقة والطول ٢٩ درجة و٣٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج ارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما والمطلوب ارتفاع الشمس فى الساعة ٨ و٣٠ دقيقة قبل الزوال

صورة العمل

ث	د	س	يوم	
٠٠	٣٠	٠٨	١٥	حساب اعتيادى محل
٠٠	٠٠	١٢	١	طرح يوم ضم ١٢ ساعة
٠٠	٣٠	٢٠	١٤	حساب فلكى محل
٣٢	٥٩	٠١	٠٠	زمن الطول شرق
٢٨	٣٠	١٨	١٤	حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق ميل الشمس

١٣	٣٥	١٨	ميل الشمس في ١٤ مارس
٣٧	٤٩	١٨	ميل الشمس في ١٥ مارس

٢٤ر١٤ر٠٠ فرق ميل الشمس في ٢٤ ساعة
١١٣٠٤ر٠ أنساب فلكي غرنويج
١ر٠٩٧٤١ انساب فرق ميل الشمس
١ر٢١٠٤٥ أنساب طرف ثاني = ١٤ دقيقة و٥٠ ثانية

مطلوب ميل الشمس صحيح

١٣	٣٥	١٨	ميل الشمس في ١٤ مارس
٠٥	١١	٠٠	طرف ثاني
١٨	٤٦	١٨	ميل صحيح شمالي
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٢	١٣	٧١	تمام ميل

مطلوب زمن فضل الدائر

٠٠ر٣٠ر٠٨
٠٠ ٠٠ ١٢
٠ ٣٠ ٣ = فضل الدائر

مطلوب العمود ح ل

١٠ر٠٠٠٠٠٠٠ انساب نصف القطر
٩ر٩٣٢٢٢٨ جتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة
٩ر٨٩٩٤٦٧ جا الساعة ٣ و٣٠ دقيقة
١٨ر٨٣١٦٩٥ مجموع الثاني والثالث
١٠ر٠٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٠٨ر٨٣١٦٩٥ جا نظر = ٤٢ درجة و٤٤ دقيقة و٥٤ ثانية

مطلوب القطعة ه ل

١٩ر٧١٤١٤٤ جا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة + جا نصف القطر
٩ر٨٦٥٩١٦ جتا القطعة ه ل ٤٢ درجة و٤٤ دقيقة و٥٤ ثانية
٩ر٨٤٨٢٢٨ جتا نظر بعد الطرح

٠٠	١٠	٤٥	= القطعة ه ل
٤٦	٩٣	٧١	تمام ميل
٤٠	٥٣	٢٦	= القطعة ل ثم

مطلوب تمام الارتفاع

٩٥٩٥٣٤٤٩ جتا قطعة ثانية ٢ درجة و٣٠ دقائق و٤٦ ثانية
٩٫٨٦٥٩١٦ جتا عمود جـ ل ٤٢ درجة و٤٤ دقيقة و٤٥ ثانية
١٫٩٫٨١٩٣٦٥ جتا نظر =

ً	ً	٥	
١٥	٤٣	٤٨	تمام ارتفاع
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٥	١٦	٤١	ارتفاع الشمس في وقت الساعة ٣ و٣٠ دقيقة

طريق آخر مطلوب قطعة أولى

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٩٫٧٨٤٤٤٧ جتا فضل الدائر الساعة ٣ و٣٠ دقيقة
١٠٫٤٦٨٧٠٠ ظا تمام ميل ٧١ درجة و١٣ دقيقة و٤٤ ثانية
٢٠٫٢٥٣١٤٧ = مجموع الثاني والثالث
١٠٫٠٠٠٠٠٠
١٠٫٢٥٣١٤٧ ظتا نظر =

ً	ً	٥	
٣٠	١٠	٢٩	قطعة أولى
٠٠	١١	٣١	عرض المكان شمالي طرح
٣٠	١	٠٢	قطعة ثانية

مطلوب ارتفاع الشمس

١٠٫٣١٢١٠١ قتا قطعة أولى ٢٩ درجة و١٠ دقيقة و٣٠ ثانية
٩٫٩٩٩٧٢٩ جتا قطعة ثانية ٢ درجة و١ دقيقة و٣٠ ثانية
٩٫٥٠٧٥٦٤ جتا تمام ميل ٧١ درجة و١٣ دقيقة و٤٤ ثانية
٢٩٫٨١٩٣٩٤ مجموع الثلاثة
٢٠٫٠٠٠٠٠٠
٩٫٨١٩٣٩٤ جا نظر ٤١ درجة ١٦ دقيقة و٤٥ ثانية = ارتفاع الشمس

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٩ شهر نومبر عرض سكندريه ٣١ درجة و١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و٥٣ دقيقة والمطلوب ارتفاع الشمس فى وقت الساعة ٢ و٣٠ دقيقة بعد الزوال

صورة العمل

مطلوب حساب فلكى غرنويج

ث د س يوم
٠٠ و٣٠ و٠٢ و٠٩ حساب فلكى محل
٣٢ ٥٩ ٠١ ٠٠ زمن الطول شرق
٢٨ ٣٠ ٠٠ ٠٩ حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق ميل الشمس

ث د ج
٣٢ ٥٤ ١٦ ميل الشمس فى ٩ نومبر جنوب
٣٢ ١١ ١٧ شرحه فى ١٠
٠٠ ١٧ ٠٠ فرق الميل فى ٢٤ ساعة
١و٢٦٨١٢٤ انساب فلكى غرنويج
١و٠٢٤٨٣ انساب فرق الميل
٢و٧٠٦٠٦ انساب طرف ثانى = ٢١ ثانية

مطلوب ميل الشمس صحيح

ث د ج
٣٢ ٥٤ ١٦ ميل الشمس فى ٩ نومبر
٢١ ٠٠ ٠٠ طرف ثانى
٥٣ ٥٤ ١٦ ميل صحيح جنوب
٠٠ ٠٠ ٩٠
٥٣ ٥٤ ١٠٦ تمام ميل

مطلوب

مطلوب عمود ج ل

١٠ر٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

٩ر٩٣٢٢٢٨ جتـا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة

٩ر٧٨٤٤٤٧ جا الساعة ٣ و ٣٠ دقيقة

٩ر٧١٦٦٧٥ من الجيب = ٣١ درجة و ٢٣ دقيقة و ٣٠ ثانية العمود ج ل

مطلوب القطعة ه ل

٩ر٧١٤١٤٤ جا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة طرح

٩ر٩٣١٢٦٨ جتا ٣١ درجة و ٢٣ دقيقة و ٣٠ ثانية طرح

٩ر٧٨٢٨٧٦ جتـا نظر

٥	٥	٥	
٣٠	٣٩	٥٢	قطعة أولى
٥٣	٥٤	١٠٦	تمام الميل
٢٣	١٥	٥٤	قطعة ثانية ل ش

مطلوب تمام الارتفاع

٩ر٩٣١٢٦٨ جتا ٣١ درجة و ٢٣ دقيقة و ٣٠ ثانية عمود ج ل

٩ر٧٦٦٥١١ جتا ٥٤ درجة و ١٥ دقيقة و ٢٣ ثانية قطعة ثانية

٩ر٦٩٧٧٧٩ جتا نظر

٥	٥	٥	
٣٠	٠٥	٦٠	تمام ارتفاع
٠٠	٠٠	٩٠	
٣٠	٥٤	٢٩	= ارتفاع الشمس وقت الساعه ٣ و ٣٠ دقيقة

تنبيهان

الاول اذا كان عرض المكان صفر درجة وصفر دقيقة اعنى وجد الراصد على خط الاستوا وكان المطلوب ارتفاع الشمس فى أى ساعة من النهار قبل الزوال أو بعده يؤخذ جيب تمام ميل الشمس ويضم على جيب تمام مقدار الساعات المعلومة وينظر على الحاصل من خانة تمام الجيب ينتج مقدار

تمام الارتفاع لان في هذه الحالة يكون خط الاستواء منطبقا على خط أول السموت ويكون في المثلث المشكل من قوس تمام الارتفاع وميل الشمس والعمود النازل من نقطة ح على دائرة الميل أشبه بالقائم الزاوية جيب تمام الوتر أعني تمام الارتفاع يساوي لحاصل ضرب جيب تمام ميل الشمس في جيب تمام الجزء المحصور بين سمت الرأس ودائرة الميل وبالعمل باللوغاريتمي يضرب جيب تمام ميل الشمس على جيب تمام الجزء المذكور الذي هو زمن فضل الدائر وينظر على الحاصل من تمام الجيب ينتج مقدار تمام الارتفاع وبطرحه من ٩٠ درجة ينتج مقدار الارتفاع المطلوب

مثاله

سنة ١٨٧٤ في يوم ٣٠ شهر مارس كان الرصد موجودا على خط الاستواء وطول موقعه ٥٠ درجة و٢٠ دقيقة غرب نصف نهار غرينويج والمطلوب مقدار ارتفاع الشمس الساعة ٩ و١٥ دقيقة قبل الزوال

المطلوب فضل الدائر

٠٠ ١٥ ٠٩ قبل الزوال
٠٠ ٠٠ ١٢

٠٠ ٤٥ ٠٢ = فضل الدائر

١٠ ٥٩ ٠٣ ميل الشمس بعد التصحيح
٩ر٨٧٦١٢٥ جتا فضل الدائر لساعة ٢ و٤٥ دقيقة
٩ر٩٧٣٠٢٠ جتا ميل الشمس ٣ درجة و٥٩ دقيقة و١٠ ثانية

٩ر٨٤٩٤٥ جتا النظير =

٤٥ ٣ ٤٥ = تمام الارتفاع
٠٠ ٠٠ ٩٠

١٥ ٥٧ ٤٤ = ارتفاع الشمس

التنبيه الثانى

اذا كان ميل الشمس مساويا لصفر درجة أعنى ان الشمس على خط الاستواء فحينئذ تكون المسافة الواقعة بين محل الشمس ودائرة نصف نهار المكان المأخوذ مقدارها من خط الاستواء تساوى لمقدار ساعات فضل الدائر والقوس المحصور بين نهاية خط الاستواء وسمت الرأس يساوى لعرض المكان ويكون فى المثلث المتشكل من تمام الارتفاع والعرض وقوس فضل الدائر جتا تمام ارتفاع = جتا فضل الدائر مضروبا فى جتا عرض أعنى يضم جيب تمام فضل الدائر على جيب تمام العرض وينظر على الحاصل من تمام الجيب ينتج مقدار تمام الارتفاع المطلوب

مثاله

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢٣ شهر سبتمبر عرض المكان ٣١ درجة و١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و٣٥ دقيقة شرقى نصف نهار غرينويج والمطلوب مقدار ارتفاع الشمس فى الساعة ٢ بعد الزوال

صورة العمل

٩٫٩٣٢٢٢٨ جتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

٩٫٩٣٧٥٣١ جتا فضل الدائر ٢ ساعة

١٩٫٨٦٩٧٥٩ جتا نظر =

= ″ ′ °

٣٠ ١١ ٤٢ = تمام ارتفاع

٩٠ ٠٠ ٠٠

٣٠ ٤٨ ٤٧ ارتفاع الشمس

الدعوى العاشرة

١٠٢ فى استخراج انحراف البوصلة وقت مرور الشمس من أولى السموت الدائرتان المارتان بنقطتى مشرق ومغرب الدنيا والنازلتان عمودا على دائرة الافق يسميان دائرتى أول السموت ومتى صار مرور الشمس عليهما فان الشمس تكون فى احد نقطتى مشرق ومغرب الدنيا ولذلك يؤخذ بالبوصلة اتجاه الشمس وقت مرورها على الدائرتين المذكورتين فيكون مقدار

الاتجاه المأخوذ مساو بالمقدار انحراف البوصلة لأن الاتجاه الذي يؤخذ بالبوصلة يكون من مشرق أو مغرب البوصلة الى مركز الشمس وحيث كانت الشمس فى مشرق ومغرب الدنيا فمقدار القوس المحصور بين مشرق ومغرب الدنيا او بين مشرق ومغرب البوصلة هو مقدار الانحراف المطلوب ولمعرفة وقت مرور الشمس من دائرة السموت المذكورة طريقتان الاولى أن يصير استخراج ارتفاع الشمس وقت مرورها على الدائرة المذكورة والثانية تكون بواسطة استخراج الوقت الذى تمر فيه الشمس من دائرة السموت ولبيان كيفية العمل بالطريقتين السابقتين يفرض كما فى شكل (٤٤) دائرة أحـد هى دائرة نصف نهار المكان وخط أب لدائرة الافق وخط هو محور العالم وخط رح خط الاستواء السماوى وخط حو د المار بنقطة م التى هى نقطة المشرق والمغرب خط أول السموت والشمس وقت مرورها عليه كانت فى نقطة شه ثم رسمنا دائرة الميل هشو ودائرة حشد السمتية المارين بالشمس فى تقاطع الدوائر المذكورة يحدث مثلث شه ل م الكروى وفيه يوجد قوس شه ل يساوى مقدار ميل الشمس وزاوية شه م ل تساوى مقدار العرض وزاوية شه ل م قائمة وبهذه المعلومات الثلاثة يصير استخراج مقدار القوس م شه الذى يساوى لارتفاع الشمس وقت مرورها على دائرة السموت بهذا التناسب جازاوية شه م ل : جا قوس شه ل :: جا نصف القطر : جا قوس م شه المطلوب كما سبق فى القضية الثانية من علم المثلثات اعنى جا عرض المكان : جا ميل الشمس :: جا نصف القطر : جا م شه المطلوب ومن ذلك يحدث

$$\text{جا قوس م شه} = \frac{\text{جا ميل الشمس} \times \text{جا نصف القطر}}{\text{جا عرض المكان}}$$ اعنى يضم

على جيب ميل الشمس جيب نصف القطر ويطرح من مجموعهما جيب مقدار العرض وينظر على الباقى من الجيب ينتج مقدار ارتفاع الشمس الصحيح ثم يصير تحويله الى الارتفاع الذى يؤخذ بالسكستان وذلك بعكس العملية التى صار اجراؤها فى تصحيح الارتفاع وبعد ذلك ينتظر الراصد

كوكب الشمس ومتى وجد مقدار ارتفاعها مساويا لمقدار الارتفاع الذى صار تحويله فحينئذ يؤخذ بالبوصلة اتجاه الشمس فيكون ذلك هو مقدار الانحراف ولاجل استخراج وقت مرور الشمس على دائرة أول السموت يقال فى المثلث المذكور ظل تمام الزاوية الحادة شم م ل يساوى ظل تمام الضلع ش ل المقابل لها فى جيب الضلع م ل المقابل للزاوية الحادة الاخرى نتيجة (٥) أو يضرب فى جيب تمامه ينتج قوس ل ر المأخوذ من خط الاستواء أعنى ظتا مقدار العرض = ظتا ميل الشمس فى جتا ل ر المساوى لوقت مرور الشمس من على خط أول السموت من بعد الزوال واذا طرح زمن القوس ل ر من ١٢ ساعة فيصير الباقى مساويا لزمن القوس ل ح وهو وقت مرور الشمس قبل الزوال

ومن شروط هذه الدعوى يلزم أن يكون جنس عرض المكان من جنس ميل الشمس لانهما اذا كانا مختلفى الجنس فلا يصير مرور الشمس الا ليلا ولا يمكن حينئذ اخذ اتجاه الشمس وان يكون مقدار عرض المكان أكثر من ميل الشمس لانه اذا كان ميل الشمس مساويا لمقدار العرض فيكون مدار الشمس اليومى مارا بنقطة سمت الرأس وحينئذ لا تمر الشمس على خط أول السموت الا وقت الزوال وقد تقدم استخراج الانحراف وقت الزوال واذا كان ميل الشمس اكثر من مقدار العرض فلا يصير تلاقى الشمس بخط أول السموت وحينئذ لا يمكن استخراج انحراف البوصلة بعمل الدعوى المذكورة

مثال أول

سنه ١٨٧١ فى يوم ٢٥ شهر نوفمبر عرض المكان ٣٦ درجة و ٢٥ دقيقة جنوب والطول ٢٨ درجة غرب نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وكان اتجاه الشمس وقت مرورها من خط أول السموت ١٨ درجة مشرق جنوب والمطلوب مقدار ارتفاع الشمس وقت مرورها من أول السموت المذكور

صورة العمل

مطلوب وقت مرور الشمس من أول سموت

٣،٣٢١ ر٠٠ لو ظتا عرض ٣٦ درجة و٢٥ دقيقة + جـ نصف القطر

١٠،٥٤٢١٨٠ لو ظتا ميل الشمس ٢٠ درجة و٤٤ دقيقة جنوب

٩ر٧١٠٣١٣ جتا نظير بعد الطارح

ث ق سه

٢٩ ٥٦ ٠٣ [illegible] وقت مرور الشمس من الزوال

٠ ٠٥ ١٢

٣٠ ٣ ٠٨ وقت مرور الشمس قبل الزوال

مطلوب تحويل ميل الشمس الى محل العمل

ث ق سه يوم

٣٠ ٠٣ ٠٨ [illegible] [illegible] محل

٠٠ ٠٠ [illegible] [illegible] يوم رضم ٣ [illegible]

٣٠ ٠٣ ٢٠ ٢٤ [illegible] محل

٠٠ ٣د [illegible] [illegible] [illegible]

٣٠ ٥٥ [illegible] [illegible] [illegible]

مطلوب فرق ميل الشمس

ث ق د

٠٩ ٣٢ ٢٠ ميل الشمس في ٢٤ نوفمبر جنوب

٠٩ ٤٤ ٢٠ ميله في ٢٥ منه جنوب

٠٠ ١٢ ٠٠ فرق الميل في ٢٤ ساعة

مطلوب طرف [illegible]

[illegible] [illegible] انساب [illegible] غرنوج

[illegible] [illegible] فرق [illegible]

٣،٤٥٥ [illegible] انساب طرف [illegible] ١٠ دقيقة و٥٧ ثانية

مطلوب

مطلوب ميل الشمس صحيح

‍	‍	‍	
٠٩	٣٢	٢٠	ميل في ٢٤ شهر نومبر
٥٧	١٠	٠٠	طرف ثاني
٠٦	٤٣	٢٠	ميل صحيح جنوب

مطلوب ارتفاع الشمس وقت المرور

٩٫٧٧٣٥٣٣	جا عرض ٣٦ درجة و٢٥ دقيقة
٩٫٥٤٨٦٩٣	جا ميل الشمس ٢٠ درجة و٤٣ دقيقة و٩ ثواني
١٠٫٠٠٠٠٠٠	جا نصف قطر
١٩٫٥٤٨٦٩٣	مجموع الثاني والثالث
٩٫٧٧٣٥٣٣	جا عرض
٩٫٧٧٥١٦٠	من الجيب

‍	‍	‍	
٣٠	٣٤	٣٦	ارتفاع الشمس الصحيح

مطلوب تحويل الارتفاع الى ارتفاع سكستان

‍	‍	‍	
٣	٣٤	٣٥	ارتفاع صحيح
١١	٠	٠٠	انعطاف شعاع
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٠٥	٤٠	٣٦	المجموع
١٥	١٦	٠٠	نصف قطر طرح
٥٠	٢٣	٣٦	ارتفاع السكستان محيطا أسفل

مطلوب وقت مرور الشمس الصحيح

١٠٫١٣٢١٠٣	ظتا عرض ٣٦ درجة و٢٥ دقيقة
١٠٫٤٢٢٧٧	ظتا ميل الشمس ٢٠ درجة و٤٣ دقيقة ٩ ثواني
٩٫٧٠٩٨٣٦	جتا نظير بعد الطرح

ثا	ق	س	
٣٨	٥٦	٣	٠٣ وقت المرور بعد الزوال
٠٠	٠٠	١٢	
٢٢	٠٣	٠٨	وقت المرور قبل الزوال

ولاجل معرفة جنس الانحراف ان كان شرقيا أو غربيا يرسم دائرة أفق البوصلة ثم يرسم فيها خط الشمال والجنوب عمودا على خط المشرق والمغرب ثم يؤخذ مقدار الانحراف الذى هو ١٨ درجة من نقطة المشرق و بعد الى جهة الجنوب و يصير وضع محل الشمس فى نقطة شم فحينئذ تكون هذه النقطة هى نقطة مشرق الدنيا الحقيقى ونقطة المشرق المجعولة فى الدائرة هى نقطة مشرق البوصلة وحيث وجد مشرق البوصلة جهة يسار مشرق الدنيا فيكون الانحراف غربيا

(مثال ثانى)

سنة ١٨٧١ فى يوم ١٥ شهر يوليو عرض سكندرية ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج ارتفاع محل الراصد ٢٠ قدما والمطلوب وقت مرور الشمس من أول السموت ومقدار ارتفاعها (صورة العمل)

مطلوب وقت المرور تقريبا

٢٠,٢١٨٠٨٤ ظتا عرض ٣١ درجة و ١١ +جا نصف القطر
١٠,٤٠٢٩٣٨ ظتا ميل الشمس ٢١ درجة ٣٤ دقيقه و٤٣ ثانية
٩,٨١٥١٤٦ بعد الطرح ينظر من تمام الجيب

ثا	ق	س	
٤٩	١٦	٣	٠٣ = وقت المرور بعد الزوال

مطلوب ميل الشمس فى محل العمل

ثا	ق	س	يوم	
٤٩	١٦	٠٣	١٥	حساب فلكى محل
٣٢	٥٩	٠١	٠٠	زمن الطول شرق
١٧	١٧	٠١	١٥	فلكى غرنويج

مطلوب

مطلوب فرق الميل

″	′	°	
٣٤	٣٤	٢١	ميل ١٥ يوليو
٢٢	٢٥	٢١	ميل ١٦ يوليو
١٢	٠٩	٠٠	فرق ميل الشمس فى ٢٤ ساعه

١٫٢٧١٨٧ انساب فلكى غرنويج

١٫٢٩١٤٨ انساب فرق ميل

٢٫٥٦٣٣٥ انساب طرف ثانى ٣٠ ثانية

مطلوب ميل الشمس الصحيح

″	′	°	
٣٤	٣٤	٢١	ميل فى ١٥ يوليو
٣٠	٠٠	٠٠	طرف ثانى
٠٤	٣٥	٢١	ميل صحيح شمالى

مطلوب ارتفاع الشمس وقت المرور

٩٫٧١٤١٤٤ جا عرض ٣١ درجة و ١١ دقيقة

٩٫٥٦٥٣٧٦ جا ميل الشمس صحيح ٢١ درجة و ٣٥ دقيقة و ٤ ثوانى

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٥٦٥٣٧٦ مجموع الثانى والثالث

٩٫٧١٤٩٤٤

٩٫٨٥١٢٣٢ من الجيب

″	′	°	
٠٠	١٤	٤٥	ارتفاع الشمس الصحيح

مطلوب تحويل الارتفاع الصحيح الى ارتفاع سكستان

″	′	°	
٠٠	١٤	٤٥	ارتفاع صحيح
٥٣	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
١٦	١٩	٤٥	ارتفاع مركز

٤٦ ١٥ ٠٠ نصف قطر
٣٠ ٠٣ ٤٥ ارتفاع بكستان محيط اسفل ومتى يصير ارتفاع الشمس مساويا لهذا المقدار يؤخذ اتجاه الشمس بالبوصلة مثلا وجد ٦ درجات مغرب شمال فيكون ذلك هو مقدار الانحراف ويكون غربيا أو يصير انتظار الشمس بوقت المرور بساعة مضبوطة ومتى وجد الوقت المذكور يؤخذ اتجاه الشمس

تنبيه

اذا كانت الشمس على خط الاستواء أعني في يوم ٢١ مارت أو في يوم ٢٣ سبتمبر فينعدم ميلها وتكون عند شروقها من الافق مارة باول السموت ويكون مرورها من الدائرة المذكورة أيضا وقت غروبها في الافق وحينئذ يكون الاتجاه المأخوذ من البوصلة هو مقدار الانحراف المطلوب ويمثل ذلك اذا كان محل الراصد على خط الاستواء

الدعوى الحادية عشر

١٠٣ في كيفية استخراج انحراف البوصلة وقت الساعة ستة افرنكي

من المعلوم ان الزمن الكائن بين نصف الليل ونصف النهار يساوي لمقدار ١٢ ساعة وفي وقت الساعة ستة افرنكي توجد الشمس في منتصف الوقت المذكور ويكون الوقت الباقي للزوال يساوي لست ساعات أعني ان مقدار الزاوية القطبية التي هي زاوية تفصل الدائرة تكون قائمة وحينئذ يصير استخراج مقدار الزاوية السمتية الواقعة بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة السموت المارة بالشمس يوم العمل وبواسطة مقدار الزاوية المذكورة واتجاه الشمس الذي يؤخذ وقت الساعة ستة يعلم مقدار الانحراف المطلوب هذا اذا كانت الساعة الموجودة مضبوطة فيصير اخذ الاتجاه المذكور وقت الساعة ستة على مقتضاها وأما اذا كانت الساعة المذكورة لا يصير اعتماد ضبطها فيلزم أن يصير استخراج مقدار ارتفاع الشمس الواقع في وقت الساعة ستة قبل الزوال أو بعده بالعمل الآتي وهو أنه اذا فرضنا كما في شكل (٤٥) دائرة احب الخ هي دائرة نصف

نهار المكان ونقطة ه محل القطب الشمالى ونقطة ح موقع سمت الراس ودائرة ح ز خط الاستواء السماوى وان الشمس وقت الساعة ستة كانت فى نقطة ش ثم رسمنا دائرة الميل ه ش ح ودائرة ح ش ل السمتية المارين بمركز الشمس فيحدث من تقاطعهما مع دائرة الافق ا ب مثلث ش ل ح الكروى القائم الزاوية فى نقطة ل ويكون فيه قوس ش ح مساويا لمقدار ميل الشمس وزاوية ش ح ل تساوى لمقدار عرض المكان ويكون قوس ل ش يساوى لمقدار ارتفاع الشمس فى وقت الساعة ستة المطلوب ولاستخراج مقداره فيصير بهذا التناسب جا نصف قطر الشمس : جا قوس ش ح مقدار ميل الشمس : : جا زاوية العرض ش ح ل : جا قوس ش ل المطلوب كما فى القضية الثانية فى علم المثلثات اعنى يضم جيب ميل الشمس على جيب مقدار العرض ويطرح من المجموع جيب نصف القطر وينظر على الباقى من خانة الجيب ينتج مقدار ارتفاع الشمس الصحيح فى وقت الساعة ستة قبل الزوال أو بعده ثم يصير تحويل الارتفاع المذكور الى ارتفاع سكستان كما سبق ثم ينتظر الراصد ارتفاع الشمس ومتى وجد موافقا لمقدار الارتفاع الذى صار تحويله فحينئذ يؤخذ اتجاه الشمس من البوصلة ويحفظ وبعد ذلك يصير استخراج الزاوية السمتية التى هى ه ح ش من المثلث ه ح ش القائم الزاوية فى نقطة ه بمقتضى النتيجة السادسة هكذا لتا زاوية ه ح ش = ظتا ه ش × جا قوس ه ح أو ظتا ه ح ش الزاوية السمتية = ظا ميل الشمس + جتا عرض المكان ومتى صار استخراج مقدارها ينظر الى جنس مقدارها فان كان من جنس الاتجاه المأخوذ بالبوصلة فيصير طرح احدهما من الآخر ينتج مقدار الانحراف المطلوب وان كان مخالفاله يلزم طرحه من ١٨٠ درجة ليصير من جنس الاتجاه المأخوذ وقد تقدم ذلك فى الدعوى (٧) ويعلم جنس الانحراف كما فى شكل (٤١)

ويشترط فى هذه القضية ان يكون جنس عرض المكان من جنس ميل الشمس لانهما متى كانا مختلفين فى الجنس فيصير وقت شروق الشمس من بعد الساعة ستة افرنكى وفى وقت الساعة ستة لا يوجد هناك شمس حتى

يؤخذ منها الاتجاه ومثل ذلك يكون وقت غروب الشمس من بعد الساعة ستة المذكورة

تنبيه

اذا وجد الراصد على خط الاستواء فيكون وقت شروق الشمس موافقا للساعة ستة قبل الزوال وكذلك الساعة ستة بعد الزوال وقت غروب الشمس ومثل ذلك اذا كان ميل الشمس مساو يا لصفر درجة وحينئذ يكون مقدار الزاوية السمتية يساوى ٩٠ درجة والاتجاه الذى يؤخذ بالبوصلة ويحسب من خط الشرق فيكون مقداره مساو يا لمقدار انحراف البوصلة المطلوب

مثال أول

سنة ١٨٧١ فى يوم ٢٦ شهر ابريل عرض المكان ٣٨ درجة و٤٥ دقيقة والطول ٦٨ درجة و٥٥ دقيقة غرب نصف نهار غرنويج وارتفاع مكان الراصد ٢٠ قدما والمطلوب مقدار ارتفاع الشمس فى وقت الساعة ستة افرنكى قبل الزوال ومقدار الزاوية السمتية وانحراف البوصلة

صورة العمل

مطلوب تحويل الشمس الى محل العمل

ث د س يوم

٠٠ر٠٠ر٦ ر٢٦ حساب اعتيادى محل

٠٠ر٠٠ر١٢ر١ طرح يوم وضم ١٢ ساعة

٠٠ر٠٠ر١٨ر٢٥ حساب فلكى محل

٢٠ر٣٥ر٤ ر٠٠ زمن طول غرب يضم

٢٠ر٣٥ر٢٢ر٢٥ حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق ميل الشمس

ث د

١٠ر٨ر٠ر١٣ ميل الشمس فى ٢٥ ابريل

٣٩ر٢٧ر١٣ شرحه فى ٢٦ منه

٢٩ر١٩ر٠ر٠ فرق الميل فى ٢٤ ساعة

٠ر٢٦٤٢ ٠ انساب فلكى غرنويچ
٠ر٩٦٥٦١ انساب فرق الميل
٠ر٩٩٢٠٣ انساب طرف ثانى ١٨ دقيقة و ٢٠ ثانية

ـــ ـــ ٥

١٣ر٠٨ر١٠ ميل الشمس فى ٢٠ ابريل
١٨ر٢٠ ر٠٠ طرف ثانى
١٣ر٢٦ر٣٠ ميل الشمس صحيح شمالى
مطلوب ارتفاع الشمس فى الساعه ٦
١٠ر٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٩ر٣٦٦٢٣٩ جا ميل الشمس ١٣ درجة و ٢٦ دقيقة و ٣٠ ثانية
٩ر٧٩٦٥٢١ جا عرض ٤٥ ٣٨
١٩ر١٦٢٨٦٠ جا نظر =

ـــ ـــ ٥

٠٠ ٢٢ ٨ مقدار ارتفاع الشمس فى الساعه ٦
مطلوب تحويل الارتفاع الصحيح الى ارتفاع سكستان

ـــ ـــ ٥

٨ر٢٢ر٠٠ ارتفاع صحيح
٦ر١١ ر٠ انعطاف شعاع
٤ر٢٤ ر٠٠ ارتفاع سفينة
٨ر٣٢ر٣٥ ارتفاع مركز
٠ر١٥ر٥٥ نصف القطر
٨ر١٦ر٤٠ ارتفاع الشمس محيط اسفل سكستان
مطلوب مقدار الزاوية الساعتية
٩ر٨٩٢٠٣٠ جتا عرض ٣٨ درجة و ٤٥ دقيقة
٩ر٣٧٨٤٠٢ ظتا ميل الشمس ١٣ درجة ٢٦ دقيقة و ٣٠ ثانية
١٩ر٢٧٠٤٣٢ ظتا نظر =

ه	ـ	ه	
٣٠	٢٦	٧٩	قوس لزاوية السمتية شمالا مشرق
٠٠	٠٠	٨٧	اتجاه الشمس المأخوذ وقت ٤ ساعة ستة شمال مشرق
٠٧/٣٣/٣٠			انحراف البوصلة غربيا

(الدعوى الثانية عشر)

١٠٤ في كيفية استخراج أوقات الشفق

وقت شفق العشاء يغيب متى كانت شمس منخفضة تحت سطح الافق بقدر ١٨ درجة ويظهر شفق الصبح متى كانت الشمس منخفضة تحت الافق بمقدار ١٩ درجة كما هو معلوم ومشتهر عند علماء هذا الفن ووقت كل منهما هو زمن القوس المأخوذ من خط الاستواء المحصور بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة نصف النهار المارة بالشمس وهي منخفضة عن سطح الافق بالقدار المذكور فحينئذ وقت شفق الغروب يكون مساويا للزمن من وقت نصف النهار الى وقت مغيب شفق العشاء وأما شفق الصبح فهو يساوي للوقت الكائن بين نصف الليل و وقت ظهور الشفق صباحا ولا يخفى أن مقدار القوس الواقع بين نقطة سمت الرأس والافق يساوي ٩٠ درجة فاذا جمع معه مقدار ١٨ درجة الذي يساوي انخفاض دائرة مقنطر شفق العشاء عن الافق فيصير الحاصل مساويا ١٠٨ درجات وهو يساوي تمام ارتفاع الشمس وقت العشاء وهذه القوس يكون مقابلا للزاوية القطبية المحصورة بين دائرة نصف نهار المكان ودائرة الميل المارة بالشمس ولاستخراج مقدار الزاوية المذكورة يصير كما في شكل ٤٦ وبيانه اذا رمزنا لدائرة نصف نهار المكان بحروف ا ح ب ء وخط أول السموت بحرفي ح ء و ا ب لدائرة الافق و ه و محور العالم و ر ح خط الاستواء السماوي وفرضنا كما في الشكل المذكور ميل الشمس شماليا وانها في نقطة شه المنخفضة تحت سطح الافق بمقدار ١٨ درجة ثم رسمنا دائرة ح شه ء السمتية ودائرة ه شه ودائرة الميل المارين بالشمس فمن تقاطع هاتين الدائرتين مع دائرة نصف نهار المكان يحدث مثلث شه ه ح الكروي وفيه

يوجد

يوجد ضلع ح شه يساوي ١٠٨ درجات وضلع هو شه يساوي لتمام ميل الشمس وضلع هو ح يساوي لمقدار تمام العرض وحيث علم اضلاع المثلث الثلاث فيصير استخراج مقدار الزاوية ح ه شه القطبية بالعمل المتقدم في قضية استخراج فضل الدائر وبعد ذلك يصير استخراج وقت غروب الشمس افرنكي وحيث كان هذا الزمن مساويا للوقت من نصف النهار الى وقت غروب الشمس فحينئذ اذا طرح من زمن وقت الشفق المستخرج فيصير الباقي مساويا لوقت شفق العشاء بالساعات العربية وأما كيفية استخراج وقت شفق الصبح فيوضع تمام الارتفاع ١٠٩ درجات ثم يوضع تحته تمام العرض وتمام ميل الشمس ويصير اجراء العمل كما تقدم ولكن حيث كان من اللزوم تحويل ميل الشمس الى وقت الصباح فيلزم تصحيح ميل الشمس وتحويله الى وقت شفق العشاء والى وقت شفق الصبح بأوقاتهما المستخرجة سابقا (مثال أول)

سنة ١٨٧٤ في يوم ٩ شهر ابريل عرض سكندرية ٣١ درجة و١١ دقيقة والطول ٢٩ درجة و٥٣ دقيقة شرقي نصف نهار غرنويج والمطلوب وقت شفق العشاء ووقت شفق الصباح بالاوقات الافرنكية والاوقات الاسلامية (صورة العمل)

″	′	°	
٤٠	٤٣	٠٧	ميل الشمس يوم العمل شمالي
٠٠	٠٠	٩٠	
٢٠	١٧	٨٢	تمام ميل

مطلوب وقت الغروب

١٠٫٢١٨٠٨٤ ظتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

٩٫١٣١٧٠٧ ظا ميل الشمس ٧ درجة و٤٣ دقيقة و٤٠ ثانية

١٠٫٠٠٠٠٠٠ ص نصف القطر

١٩٫١٣١٧٠٧ مجموع الثاني والثالث

١٠٫٢١٨٠٨٤

٠٨٫٩١٣٦٢٣

د	ق	ثا	
١٢	٤١	٥٠	= شروق الشمس
٠٠	٠٠	١٢	
٤٨	١٨	٠٦	= وقت الغروب

مطلوب تمام العرض

د	ق	
١١	٣١	عرض
٠٠	٩٠	
٤٩	٥٨	تمام عرض

مطلوب وقت شفق العشاء

		د	ق	ثا	
		٠٠	٠٠	١٠٨	تمام ارتفاع
٠٫٠٦٧٧٧٤	قتا	٠٠	٤٩	٠٥٨	تمام عرض
٠٫٠٠٣٩٤٧	قتا	٢٠	١٧	٠٨٣	تمام ميل
		٢٠	٠٦	٢٤٩	الحاصل
٩٫٩٠٥٤١١	جا	١٠	٣٣	١٢٤	نصف الحاصل
		٠٠	٠٠	١٠٨	تمام ارتفاع
٩٫٤٥٤٧٢٠	جا	١٠	٣٣	٠١٦	باقي محفوظ

١٩٫٤٤١٨٥٥ يكون

٩٫٧٢٠٩٢٧ جتا النظر

د	ق	ثا	
٠٥	٥٣	٠٣	= نصف الزاوية
٠٥	٥٣	٠٣	مثله ضم
١٠	٤٦	٠٧	وقت الشفق للساعات الافرنكية

مطلوب تحويل ميل الشمس الى وقت محل العمل

د	ق	ثا	يوم	
١٠	٤٦	٠٧	٩	وقت فلكي محل

٣٢ ٥٩ ٠١ ٠٠ زمن الطول شرق

٣٨ ٤٦ ٠٥ ٠٩ وقت فلكى غرويچ

٤٠ ٤٢ ٠٧ ميل الشمس فى ٩ ابريل

٥١ ٥٤ ٠٨ فروقه فى ١٠ منه

١٢ ٣٣ ٠٠ فرق ميل الشمس فى ٢٤ ساعة

٠ر٦١٨٠٣ انساب فلكى غرويچ

٠ر٩٠٩٢٥ انساب فرق ميل

١ر٥٢٧٢٨ انساب طرف ثانى

= ٥ دقائق و ٣٠ ثانية

مطلوب ميل الشمس صحيح

٠ ٤٣ ٠٠ ميل ٩ ابريل

٣٠ ٥ ٠٠ طرف ثانى

٠٠ ٤٨ ٠٧ ميل صحيح شمالى

٠٠ ٠٠ ٩٠

٠٠ ١٢ ٨٢ تمام ميل

مطلوب وقت شفق [illegible]

٠٠ ٠٠ ٠٠ تمام ارتفاع

٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض

٠٠ ١٢ ٨٢ تمام ميل

٠٠ ٠١ ٢٤٩ الحاصل

٣ ٣٠ ١٢٤ نصف الحاصل

٠ ٠٠ ١٠٨ تمام ارتفاع

٣٠ ٣٠ ١٦ باقى محفوظ

٠ر٠٦٧٧٧٢ قتا تمام عرض

٠ر٠٠٤٠٣٧ قتا تمام ميل

٩ر٩١٥٩٥٠ جا نصف الحاصل

[illegible] جا باقى محفوظ

٩ر٤٤١٣٢٤ المجموع

٩ر٧٢٠٦٥٧ نصف المجموع من تمام الجيب

١٠ ٥٣ ٠٣ نصف الزاوية

١٠ ٥٣ ٠٣ ضعفه

٣٠ ٤٦ ٠٧ وقت شفق الغروب درجكى

٠٠ ١٤ ٠٦ وقت الغروب مضاف عليه ٥ دقائق

٣ ٢٣ ٠١ = وقت شفق مسائى

مطلوب وقت شفق الصبح

٠٠ ٠٠ ٠٩٠ تمام ارتفاع

٠٠ ٤٩ ٥٨ تمام عرض

٠٠ ١٢ ٠٨٣ تمام ميل

٠٠ ١ ٢٥٠ الحاصل

٣٠ ٠٠ ١٢٥ نصف الحاصل

٠٠ ٠٠ ١٠٩ تمام ارتفاع

٣٠ ٠٠ ٠١٦ باقى محفوظ

٠٧٧١٣ ر٠ قتا تمام عرض

٠٠٤٠٣٧ ر٠ قتا تمام ميل

٩ر٩١٣٣٢٠ جا نصف الحاصل

٩ر٤٤٠٥٥٨ جا باقى محفوظ

١٩ر٤٢٥٦٨٧ الحاصل

٩ر٧١٢٩٤٣ نصف الحاصل

جيب التمام

ثا د س

٤١ ٥٥ ٠٣ = نصف الزاوية

٤١ ٥٥ ٠٣ مثله ضم

٢٢ ٥١ ٠٧

٠٠ ٠٠ ١٢

٣٨ ٤ ٠٤ وقت شفق الصبح افرنكى

٠٣ ٣٦ ٠٥ وقت الشروق ناقص ٥ دقائق

٥٠ ٤٤ ٠٩ وقت شفق الصباح اسلامى

مثال ثانى

سنه ٨٤ ٨ فى ٣ ٢ اكتوبرده عرض بحرسه ٥٠ درجة و ١ دقيقة و ٤ ثانى ... ١٥ درجه و ١٥ دقيقة و ١٢ ثانية شرق نصف نهار غرنويجده مطلوب وقت شفق العشا و وقت شفق الصبح افرنكى وشرعى

د س ثا

٢٧ ٢٦ ٠٧ ميل الشمس فى ١٢ اكتوبر جنوب

٠٠ ٠٠ ٩٠

٢٧ ٢٦ ٠٧ ٥٧ تمام ميل

مطلوب وقت الغروب تقريبا

ر ١٦ ٠٧ ... ادرعرض ٥٠ درجة و ٣ دقيقة و ٤ ثوانى

٩ر٠١٥٧٥٣ قتا ميل شمس ٧ درجة ٢٦ دقيقة و ٢٧ ثانية

... جانب القطر

٩ر٠٠٠١٥٢

١٠٫٢٣٧٩٧٧

٠٫٨٨٧٧٧٧٦ جتا نظر

ﺩ ﻕ ﺙ

٤١ ٤٢ ٠٥ = وقت الغروب تقريبا

٠٠ ٠٥ ٠٠

٤١ ٤٧ ٠٥ وقت الغروب الظاهري

مطلوب وقت شفق العشاء

ﺩ ﻕ ﺙ

٠٠ ٠٠ ١٠٨ تمام ارتفاع

٥٦ ٥٧ ٠٥٩ تمام عرض

٢٧ ٢٦ ٠٩٧ تمام ميل

٢٣ ٢٤ ٢٦٤ الحاصل

١١ ٤٢ ١٣٢ نصف الحاصل

٠٠ ٠٠ ١٠٨ تمام ارتفاع

٠٢٤ باقي محفوظ

١٥ قتا تمام عرض

٠٠٣٦٧٤ قتا تمام ميل

٩٫٨٦٦٢٠٨ جا نصف الحاصل

٩٫٦٢١١٠٧ جا باقي محفوظ

١٩٫٥٥٣٦٠٤ الحاصل نصفه

٩٫٧٧٦٨٠٢ جتا نظر

ﺩ ﻕ ﺙ

٠٣ ٣٣ ٠٣ = نصف الزاوية

٠٣ ٣٣ ٠٣ ضعفه

٠٦ ٠٦ ٠٧ وقت شفق العشاء بالساعات الافرنكي

مطلوب تحويل ميل الشمس الى وقت محل العمل

ﺩ ﻕ ﺙ ثوم

٠٦ ٠٦ ٠٧ ١٢ حساب ذاكي محل

٠٠ ٠٥ ٠٢ ٠٠ زمن الطول شرق

٦ ٠١ ٠٥ ٠ حساب ذاكي غرنويج

مطلوب فرق ميل

ﺩ ﻕ ﺙ

٢٧ ٢٦ ٠٧ ميل ١٢ اكتوبر

٥٨ ٤٨ ٠٧ ميل ١٣ منه

٣١ ٢٣ ٠٠ فرق الميل في ٢٤ ساعة

مطلوب طرف ثاني

نسبة ٢٤ ساعة : ٢٢ دقيقة

و ٣١ ثانية :: ٥ ساعات

سه اوسط ٤ دقائق و ٤٠ ثانية

مطلوب ميل صحيح

ﺩ ﻕ ﺙ

٢٧ ٢٦ ٠٧ ميل الشمس في ١٢ اكتوبر

٤٠ ٠٤ ٠٠ طرف ثاني

٠٧ ٣١ ٠٧ ميل صحيح جنوب

٠٠ ٠٠ ٥٠

٠٧ [illegible] ٩١ تمام ميل

مطلوب وقت شفق [illegible]

٠٠ ٠٠ ١٠٥ تمام ارتفاع

٥٦ ٥٧ ٥٩ تمام عرض

٠٧ ٣١ ٩٧ تمام ميل

٠٣ ٢٩ ٢٩٥ الحاصل

٣١ ٤٤ ١٣٢ نصف الحاصل

٠٠ ٠٠ ١٠٨ تمام ارتفاع

٣١ ٤٤ ٠٢٤ باقي محفوظ

[illegible] قا تمام عرض

[illegible] قا تمام ميل

[illegible] جا باقي

١٩٫٥٥٤١٤٢ الحاصل

٩٫٧٧٧١٠ جا ظل

٠٣ ٣٢ ٥٧ نصف زاوية

٠٣ ٣٢ ٥٧ ضعفه

٥٤ ٠٠ ٠٧ وقت شفق الغروب افرنكي

٤١ [illegible] وقت غروب

٤٣ ١ ٠١ وقت شفق العشاء الاسلامي

مطلب وقت شفق الصبح

٠٠ ٠٠ ١٠٩ تمام ارتفاع

٥٦ ٥٧ ٠٥٩ تمام عرض

٠٧ ٣١ ٠٩٧ تمام ميل

٠٣ ٢٩ ٢٦٣ الحاصل

٣١ ٤٤ ١٣١ نصف الحاصل

٠٠ ٠٠ ١٠٩ تمام ارتفاع

٣١ ٤٤ ٠٢٤ باقي محفوظ

٠٫٠٦٢٦١٥ قا تمام عرض

٠٫٠٠٣٧٤٨ قا تمام ميل

٩٫٨٦٣٤١٢ جا نصف الحاصل

٩٫٦١٣٤٠٤ جا باقي محفوظ

١٩٫٥٤٢١٧٩ الحاصل

٩٫٧٧١٠٨٩ جا ظل

٠٧ [illegible] ٠٣ نصف زاوية

٠٧ ٣٥ ٠٣ ضعفه

٢٤ ١٥ ٠١

٠٠ ٠٠ ١٢

١٦ ٤٩ ٠٤ وقت شفق الصبح افرنكي

١٩ ١٢ ٠٦ وقت الشروق

ناقص دنكي

٤٥ ٠١ ١١ وقت شفق الصبح الاسلامي

(مثال ثالث)

سنة ١٨٧٤ في يوم ٥ شهر اغسطوس عرض المكان ٥٥ درجة شمالي والطول ١٥ درجة شرق نصف نهار غرنيج والمطلوب وقت شفق العشاء ووقت شفق الصباح ومقدار طول الليل وطول النهار بالساعات الافرنكية والاسلامية

(صورة العمل)

٢٦	٥٨	١٦	ميل الشمس في ٥ شهر اغسطوس
٩٠	٠٠	٠٠	
٣٤	٠١	٧٣	تمام ميل

مطلوب وقت غروب الشمس

٩٫٨٤٥٣٢٧	ظتا عرض ٥٥ درجة
٩٫٤٨٤٦٦١	ظا ميل الشمس
١٠٫٠٠٠٠٠٠	جا نصف القطر
١٩٫٤٨٤٦٦١	مجموع الثاني والثالث
٩٫٨٤٥٣٢٧	ظتا عرض ٥٥
٩٫٦٣٩٤٣٤	جتا نظر =

٣٨	٢٦	٠٤	= وقت شروق الشمس افرنكي
٠٠	٠٠	١٢	
٢٢	٤٣	٠٧	وقت غروب الشمس
٠٠	٠٥	٠٠	مقدار الفرق ما بين الغروب من المركز والغروب الظاهري
٢٢	٤٨	٠٧	وقت الغروب الظاهري
٢٢	٤٨	٠٧	مثله ضم
٤٤	٣٦	١٥	= طول النهار
٣٨	١٦	٠٤	وقت الشروق
٠٠	٠٥	٠٠	مقدار الفرق ما بين الشروق الظاهري والشروق من المركز
٣٨	١١	٠٤	نصف الزاوية
٣٨	١١	٠٤	مثله ضم
١٦	٢٣	٠٨	طول ساعات الليل

مطلوب وقت شفق العشاء

٠٠	٠٠	١٠٨	تمام ارتفاع
٠٠	٠٠	٠٣٥	تمام عرض
٣٤	٠١	٠٧٣	تمام ميل
٣٤	٠١	٢١٦	الحاصل
٤٧	٠٠	١٠٨	نصف الحاصل
٠٠	٠٠	١٠٨	تمام ارتفاع
٤٧	٠٠	٠٠	باقي محفوظ

٩٫٢٤١٤٠٩	قتا تمام عرض
٠٫٠١٩٣٤٦	قتا تمام ميل
٩٫٩٩٧٨١٧٥	جا نصف الحاصل
٦٫٣٣٨٧٨٧	جا باقى محفوظ
١٦٫٥٧٧٧١٧	المجموع
٨٫٢٨٨٨٥٨	نصفها وع مر تمام الجيب
٣٢ ٥٦ ٥ ح	نصف الزاوية
٣٢ ٥٦ ٠٥ ٠٥	مثله ضم
٠٤ ٥٣ ١١	وقت شفق العشا افرنكى
٢٢ ٤٨ ٠٧	وقت الغروب
٤٢ ٠٤ ٠٤	وقت شفق العشاء الاسلامى
٤٢ ٠٤ ٠٤	مدة مكث فجر الصباح
٢٤ ٠٩ ٠٨	
١٦ ٢٣ ٠٨	طول الليل
٥٢ ١٣ : ٠	مدة ظلام الليل بين الشفقين

ومن هذا يعلم أنه لزيادة عرض الاماكن تزداد أوقات الشفق كما فى المثال السابق وأنه فى بعض الاماكن التى يزيد عرضها عن عرض ٥٥ درجة كما هو مذكور فى هذا المثال فينعدم مقدار ظلام الليل بالكلية ويكون ظهور شفق الصباح متصلا بآخر وقت شفق العشاء

تنبيه

اذا كان ميل الشمس يوجد مساويا لصفر درجة فيوضع تمامه فى العملية السابقة ٩٠ درجة وكذلك اذا وجد عرض المكان صفر درجة فانه يوضع تمامه ٩٠ درجة واذا انعدم مقدار العرض وميل الشمس فانه يصير تحويل ١٨ درجة التى هى مقدار انخفاض مقنطر شفق الغروب عن الافق الى ساعات والناتج يكون ساعة واحدة و١٢ دقيقة وهو مساوى لوقت العشاء

مسائل للتمرين

(الاولى) ماهو مقدار عرض البلاد الشمالية التي يوجد فيها طول ساعات النهار ٢٢ ساعة وطول الليل ساعتين فقط وذلك في ٢٢ شهر يونيو سنة ١٨٧٤
(الجواب) أن يؤخذ نصف ساعات الليل فيوجد مقدار ساعة واحدة وهي تساوي لوقت شروق الشمس الافرنكي كما تقدم في الدعوى الخامسة ثم يصير طرح ساعة واحدة من ٦ ساعات مقدار زمن شروق الشمس الحقيقي فيصير الباقي مساويا ٥ ساعات وهي مقدار زمن فرق المطالع وبتطبيق ذلك على شكل (٣٩) المذكور في الدعوى الخامسة نجد في مثلث شه ل م الكروي القائم الزاوية ظا عرض = ظتا ميل الشمس × جا ٥ ساعات المساوية لزمن فرق المطالع اعني يضم ظل تمام ميل الشمس على جيب فرق المطالع و يطرح من المجموع جيب نصف القطر ويطرح على الباقي من الظل ينتج مقدار العرض

صورة العمل

١٠٫٣٦٢٦٤٩ ظتا ميل الشمس ٢٢ يونيو ٢٣ درجة و ٢٧ دقيقة و ١٨ ثانية
٩٫٩٨٤٩٤٤ جا ٥ ساعات فرق المطالع

٢٠٫٣٤٧٥٩٣ المجموع
١٠٫٠٠٠٠٠٠

١٠٫٣٤٧٥٩٣ من الظل =
° ′ ″
٤٥ ٤٨ ٦٥ = عرض المكان المطلوب

وعكس ذلك في الاماكن التي عرضها ٦٥ درجة و ٤٨ دقيقة و ٤٥ ثانية في جنوب خط الاستواء يكون فيها مقدار طول الليل ٢٢ ساعة والنهار ساعتين فقط

الثانية

ماهو مقدار عرض البلاد التي يوجد فيها طول ساعات النهار ٢٤ ساعة ولا يوجد عندهم ليل وذلك في يوم ٢٢ شهر يونيو سنة ٨٧٤

(الجواب) يقال حيث كانت ساعات الليل صفر ساعة فيكون وقت الشروق أيضا مثله والباقي من ست ساعات ستة وبتطبيق ذلك على ما تقدم يصير

١٠٫٣٦٢٦٤٩ ظل ميل الشمس في ٢٢ يونيو ٢٣ درجة و٢٧ دقيقة و١٨ ثانية

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا ٦ ساعات

٢٠٫٣٦٢٦٤٩

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جيب نصف القطر

١٠٫٣٦٢٦٤٩ من الظل = ٦٦ درجة و٣٢ دقيقة و٤٥ ثانية ومن باب أولى الاماكن التي يوجد عرضها أكثر من ذلك

الدعوى الثالثة عشر

٥٠١ في بيان استخراج أوقات شروق وغروب القمر أو أحد الكواكب السيارة اعلم ان معرفة أوقات طلوع القمر وغروبه نافعة في هذا الفن لان كل مسافر يشتاق الى رؤية النور سواء كان بواسطة الشمس أو القمر خصوصا أرباب الملاحة ومعاينته من شروق وغروب القمر معرفة زمنية مد المياه وجزرها وطريق استخراج طلوع القمر وغروبه أن يؤخذ وقت مرور القمر من نصف نهار غرنويج محرر في كتاب معرفة الأزمان ثم يصير تحويله الى وقت مروره من نصف نهار محل العمل وبعد ذلك يصير استخراج ميل القمر في الوقت الموافق لوقت غروب القمر أو وقت طلوعه فاذا علم مقدار عرض المكان وميل القمر فيصير استخراج قوس نصف النهار بالقاعدة المذكورة في استخراج وقت شروق الشمس وغروبها وبعد استخراج قوس نصف النهار يصير طرح مقداره من وقت مرور القمر فاذا لم يمكن الطرح ضم على ساعات مرور القمر ١٢ ساعة ويجرى الطرح والناتج يكون مساويا لوقت طلوع القمر واذا صار جمع وقت مرور القمر على قوس نصف النهار المذكور فيصير الحاصل مساويا لوقت غروب القمر كما هو بالعمل الآتي

مثال

مثاله

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٥ شهر اوكتوبر بعرض المكان ٣١ درجة و١١ دقيقة شمالى والطول ٢٩ درجة و٥٣ دقيقة شرق نصف نهار فرنويج والمطلوب وقت طلوع القمر ووقت غروبه في اليوم المذكور

صورة العمل

س	د	ث	
٢٢	١٢		مرور القمر في يوم ٢٥ اوكتوبر
٢٦	١١		مرور في ٢٤ منه
٥٦	٠٠		فرق المرورين في ٢٤ ساعة

ث	د	س	
٠٠	٢٢	١٢	مرور القمر في ٢٥
٤٠	٠٤	٠٠	طرف ثاني مايخص زمن الطول من المرور
٢٠	١٧	١٢	وقت مرور القمر من نصف نهار المكان

مطلوب ميل القمر في يوم ١٥ اوكتوبر

ث	د	°	
٤٣	١٤	١٣	ميل القمر المقابل ٢٤ يوما و٢٢ ساعة كما هو مأخوذ من كتاب معرفة الازمان

مطلوب قوس نصف النهار

١٠٫٢٣٧٩٧٧ ظتا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

٩٫٣٧١٧٩٣ ظا ميل القمر ١٣ درجة و١٤ دقيقة و٤٣ ثانية

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

١٩٫٣٧١٧٩٣ مجموع الثاني والثالث

١٠٫٢٣٧٩٧٧ ظتا عرض

٠٩٫١٣٣٨١٥ جتا قطر

ث	د	°		
٤٣	٢٨	٠٥	=	قوس نصف الليل
٠٠	٠٠	١٢		
١٧	٣١	٠٦	=	قوس نصف النهار

مطلوب وقت طلوع القمر				مطلوب وقت غروب القمر			
	ع	د	ث		ع	د	ث
وقت مرور القمر من نصف نهار المكان	١٢	١٧	٢٠	وقت مرور القمر	١٢	١٧	٢٠
قوس نصف النهار	٦	٣١	١٧	قوس نصف النهار	٦	٣١	١٧
طارح					١٨	٤٨	٣٧
					١٢	٠٠	٠٠
وقت طلوع القمر افرنكى	٠٥	٤٦	٠٣		٠٦	٤٨	٣٧
وقت شروق الشمس	٦	٢٥	٠٠	وقت شروق الشمس	٠٦	٢٥	٠٠
	١٢	١١	٠٣		١٣	١٣	٣٧
	١٢	٠٠	٠٠		١٢	٠٠	٠٠
يصير طلوع القمر بعد الغروب بهذا المقدار	٠٠	١١	٠٣	وقت غروب القمر	٠١	١٣	٣٧

(الدعوى الرابعة عشر)

١٠٦ فى كيفية استخراج عرض المكان بواسطة نجمة القطب المشهورة

نجمة القطب الشمالى هى التى توجد فى ذنب الدب الاصغر وقد يؤخذ ارتفاعها بواسطة السكستان اذا كانت ظاهرة ثم يصير تحويل ذلك الارتفاع الى ارتفاع صحيح وهو أن يطرح من مقدار الارتفاع المأخوذ حصة ارتفاع مكان الراصد وكذلك مقدار انعطاف شعاع النجم والباقى من بعد الطارح يحفظ ثم يصير استخراج مطالع مستقيم الشمس فى يوم العمل ويصير تصحيحه بواسطة ساعات طول المكان وبعد التصحيح يضم دائما على مقدار الساعات التى جرى أخذ ارتفاع النجم فيها والحاصل يكون مساويا لمقدار مطلع مستقيم النجم وقت نصف النهار فاذا علم ذلك فيؤخذ مقدار ساعاته ويدخل بها فى كتاب ميل الشمس المحرر سنويا فى جدول نمرة ٥١٩ المحرر فيها تصحيحات نجمة القطب والذى يوجد يؤخذ بعلامته الموجودة وبعد ذلك يؤخذ من الجدول الذى بعده مقدار الساعات المذكورة و يقابل بها مقدار الارتفاع الصحيح والذى ينتج يؤخذ و يوضع تحت الاول ثم يؤخذ

من الجدول الثالث اسم الشهر ومقدار الساعات المذكورة والناتج يوضع تحت الثانى ثم يصير جمع الثلاثة مقادير وينظر الى علامة الاول فان كانت للجمع فيصير جمع المقادير الثلاثة على مقدار الارتفاع الصحيح وان كانت للطرح فيصير طرح المجموع من مقدار الارتفاع المذكور والناتج يكون مساويا لمقدار عرض المكان

مثال أول

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢٠ شهر يوليو السفينة كانت فى شمال خط الاستواء وطول موقعها ٢٨ درجة و ٣٠ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وفى وقت الساعة ٨ و ٣٠ دقيقة افرنكية بعد الزوال أخذ ارتفاع نجمة القطب الشمالى ووجد ارتفاعها يساوى ٣٣ درجة و ٢٠ دقيقة و ٣٠ ثانية وارتفاع السفينة ٢٠ قدما والمطلوب عرض موقع السفينة

صورة العمل

يوم	عه	ـ	″	
٢٠	٠٨	٣٠	٠٠	حساب فلكى محل
٠٠	٠١	٥٢	٠٠	زمن الطول شرق
٣٠	٠٦	٣٨	٠٠	حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق مطالع مستقيم الشمس

عه	ـ	″	
٠٧	٥٨	٢٧	مطالع مستقيم الشمس فى يوم ٢٠ يوليو
٠٨	٠٢	٢٧	شرحه فى ٢١ شهره
٠٠	١٤	٠٠	= فرق المطالع فى مدة ٢٤ ساعة

مطلوب طرف ثانى

عه	ـ	″	عه	ـ	″

نسبة ٢٤ : ١٤ :: ٣٨ ٦ : س ا و س = ٣ دقيقة و ٥٢ ثانية

مطلوب مطلع مستقيم صحيح

عه	ـ	″	
٠٧	٥٨	٢٧	مطلع مستقيم الشمس فى يوم ٢٠ يوليو
٠٠	٠٣	٥٢	طرف ثانى
٠٨	٠٢	١٩	مطلع مستقيم الشمس صحيح
٠٨	٣٠	٠٠	ساعة الارتفاع
١٦	٣٢	١٩	مطلع مستقيم نصف النهار

مطلوب تصحيح ارتفاع نجمة القطب

″	′	°	
٣٠	٢٠	٣٣	ارتفاع مأخوذ
٣٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
٠٦	١٦	٣٣	ارتفاع ظاهرى
٢٨	٠١	٠٠	انعطاف شعاع نجم
٣٨	١٤	٣٣	ارتفاع صحيح نجمة القطب
١٥	٥٣	٠٠	+ العدد المأخوذ من جدول تصحيح نجمة القطب المقابل الى ١٦ ساعة و ٣٠ دقيقة
١٢	٠٠	٠٠	العدد المقابل للساعات والارتفاع الصحيح
٠٢	٠١	٠٠	العدد المقابل للساعات وموجود تحت شهر يوليو
٠٧	٥٩	٣٤	= عرض المكان شمالى

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٣٠ شهر اكتوبر السفينة كانت فى شمال خط الاستواء وطول موقعها ٤٧ درجة و ٠٠ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وفى وقت الساعة ٩ و ١٠ دقائق بعد الزوال جرى أخذ ارتفاع نجمة القطب فوجد ١٤ درجة و ١٥ دقيقة وارتفاع السفينة ٢٠ قدما والمطلوب عرض محل السفينة   صورة العمل

″	′	ه	يوم	
٠٠	١٠	٠٩	٣٠	حساب فلكى محل
٢٠	١١	٠٣	٠٠	زمن الطول شرق
٤٠	٥٨	٠٥	٣٠	حساب فلكى غرنويج

مطلوب تصحيح مطلع مستقيم الشمس

″	′	°	
١٥	١٨	١٤	مطلع مستقيم الشمس فى ٣٠ شهر اكتوبر
٠٩	٢٢	١٤	شرحه فى ٣١ شهره
٥٤	٠٣	٠٠	فرق المطالع فى مدة ٢٤ ساعة

مطلوب طرف ثانى

نسبة ٢٤ : ٣ : و ٥٤ : ٥٩٩٥

: سه ١ و سه = ٥٨ ثانية

مطلوب مطالع مستقيم صحيح

١٥ ١٨ ١٤ مطالع مستقيم فى ٣٠ اكتوبر

٥٨ ٠٠ ٠٠ طرف ثانى

١٣ ١٩ ١٤ مطالع مستقيم الشمس صحيح

٠٠ ١٠ ٠٩ ساعة الارتفاع دائماً ضم

١٣ ٢٩ ٢٣ مطالع مستقيم نصف النهار

مطلوب تصحيح ارتفاع نجمة القطب

٠٠ ١٥ ٤١ ارتفاع مأخوذ نجمى

٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة ٢٠ قدما

٣٦ ١٠ ٤١ ارتفاع ظاهرى

٠٦ ٠١ ٠٠ انعطاف شعاع النجم

٣٠ ٠٩ ٤١ ارتفاع صحيح

٠١ ١٤ ٠١ - ناقص مأخوذ من الجدول الاول

٠٩ ٠٠ ٠٠ من الجدول الثانى

٣٣ ٠١ ٠٠ من الجدول الثالث

٤٣ ١٥ ٠١ مجموع الثلاثة مقادير يطرح من الارتفاع الصحيح

٣٠ ٠٩ ٤١ ارتفاع صحيح

٤٣ ١٥ ٠١ طرح

٤٧ ٫ ٥٣ ٫ ٣٩ عرض محل السفينة شمال

الدعوى الخامسة عشر

١٠٧ فى كيفية استخراج العرض بواسطة ارتفاع الشمس الذى يؤخذ منها قبل الزوال أو بعده

حيث انه يصير فى بعض الاحيان وجود سحاب يمنع رؤية الشمس وقت الزوال و يلزم استخراج العرض فحينئذ يلزم أخذ ارتفاع الشمس بعد الزوال أوقبله و بواسطة هذا الارتفاع وميل الشمس المعلوم يصير استخراج مقدار العرض بالعمل الآتى وهو أن يصير أولا تحويل ميل الشمس الى محل العمل و بعد ذلك يصير تصحيح الارتفاع المأخوذ ثم يوضع مقدار ٣٠١٠٣٠ ٫ ٦ وهو انساب مقدار نصف القطر المعتبر مقداره ٢٠٠٠٠٠٠

ثم يوضع تحته جيب تمام العرض المتحصل بواسطة البركيتة وجيب تمام
ميل الشمس وجيب نصف الجيب وجداوله موجودة باللوغاريتم
الاتى ذكره بالمسجد ثم يصير جمع الاربعة مقادير ويطرح من مقدار
العدد الصحيح العشرات وينظر على الباقى من انساب العدد والعدد الذى
ينتج يحفظ ثم يؤخذ جيب اعشارى السهام المقابل لتمام الارتفاع درجات
ودقائق ثم يؤخذ منها العدد المقابل للدرج والثوانى وبعد جمعهما يطرح
من المجموع العدد المحفوظ وينظر على الباقى من جيب اعشارى السهام
والناتج يكون مساويا لتمام ارتفاع الشمس فيوضع تحته ميل الشمس
ويضم أو يطرح بحسب اتحاد جنسهما أو تخالفهما فى الجنس

مثال أول

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢٥ شهر اغسطوس عرض البركيتة ٣٥ درجة
و ٣٠ دقيقة شمالى والطول ٢١ درجة و ٥٠ دقيقة شرق نصف نهار
غرنويج ارتفاع السفينة ٣٠ قدما وفى الساعة ٩ و ٣٥ دقيقة و ٣٠
ثانية قبل الزوال وجرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٤٨
درجة و ٤٦ دقيقة و ٤٠ ثانية والمطلوب مقدار العرض الصحيح

(صورة العمل)

	يوم	ه	′	″
حساب اعتيادى محل	٢٥	٠٩	٣٥	٣٠
طرح يوم وضم ١٢ ساعة	٠١	١٢	٠٠	٠٠
حساب فلكى محل	٢٤	٢١	٣٥	٣٠
زمن الطول شرق	٠٠	٠١	٢٧	٢٠
حساب فلكى غرنويج	٢٤	٢٠	٠٨	١٠

مطلوب فرق ميل الشمس

	°	′	″
ميل الشمس فى ٢٤ اغسطوس	١١	٠٥	٣٦
شرحه فى ٢٥	١٠	٤٤	٤٨

٣٨ ٢٠ ٠٠ فرق ميل فى ٢٤ ساعة

٠٫٠٧٦٣٠ أنساب فلكى غرنويج

٠٫٩٤٠٧٠ أنساب فرق ميل

١٫٠١٧٠٠ انساب طرف ثانى

=١٧ دقيقة و١٩ ثانية

مطلوب ميل الشمس صحيح

°	′	″	
٢٦	٠٥	١١	ميل الشمس فى ٢٤ اغسطوس
١٩	١٧	٠٠	طرف ثانى
٠٧	٤٨	١٠	ميل صحيح شمالى

مطلوب ارتفاع صحيح

°	′	″	
٤١	٤٦	٤٨	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
٥٢	١٥	٠٠	نصف قطر
٢٣	٠٢	٤٩	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
٠٩	٥٨	٤٨	ارتفاع ظاهرى
٤٥	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع
٢٤	٥٧	٤٨	ارتفاع صحيح
٠٠	٠٠	٩٠	
٣٦	٠٢	٤١	تمام ارتفاع

٩٫٣٠١٠٣٠ لوعدد ثابت

٩٫٩١٠٢٣٥ جتا عرض بركينة ٣٥ درجة و٥٣ دقيقة

٩٫٩٩٢٢٣٨ جتا ميل الشمس

٨٫٩٨٢٨٧٦ جا نصف الجيب ساعتين و٤٢ دقيقة و٥٠ ثانية

٣٥٫١٨٦٣٧٩ لوعدد نغار

١٥٣٦٠٠ محفوظ

٢٤٥٦٧٢ جيب اعشارى السهام المقابل ١٤ درجة

و٤٢ من الدقائق

١١٦ المقابل ٤١ درجة و٣٦ ثانية

٣٤٥٧٨٨

١٥٣٦٠٠ العدد المحفوظ

٠٩٢١٨٨ ينظر من جيب اعشارى السهام يوجد

٠٩٢١٠٠ ٢٤ درجة و٤٧ دقيقة

٠٨٨ ٠٠٠ ويؤخذ من الجدول المذكور العدد المقابل له يوجد ٤٤ ثانية

°	′	″	
٤٤	٤٧	٢٤	تمام ارتفاع الشمس جهة سمت الجنوب
٠٧	٤٨	١٠	ميل الشمس شمالى
٥١	٣٥	٣٥	= عرض المكان شمالى

طريق آخر في استخراج العرض

يؤخذ قاطع عرض بركيتة للدرج والدقائق ثم يؤخذ قاطع مقدار ميل الشمس ويجمع الثاني على الاول وحاصلهما يسمى باللوغاريتم الثابت ثم يؤخذ جيب أعشاري الارتفاع الصحيح وبعد ذلك يؤخذ أنساب ساعات فضل الدائر من جداول الاعداد المتصاعدة الذي يسمى رسنيج ويوضع تحته اللوغاريتم الثابت المستخرج من مجموع قاطع العرض وقاطع الميل ويطرح من أنساب رسنيج المذكور ثم يبحث عن الباقي من أنساب العدد والعدد الصحيح الذي ينتج يضم على مقدار جيب اعشاري الارتفاع الصحيح ثم ينظر على المجموع من جداول الجيوب الاعشارية والذي ينتج موافقا لها من الدرج والدقائق يكون مساويا لمقدار ارتفاع الشمس وقت الزوال فيطرح من ٩٠ درجة فينتج تمام الارتفاع ثم يوضع تحته ميل الشمس ويضم حيث ان جنسه شمالي والحاصل يكون مساو بالمقدار عرض المكان المطلوب

صورة العمل

٠٫٠٨٩٧٦٥ قاطع عرض بركيتة ٣٥ درجة و ٣٥ دقيقة

٠٫٠٠٧٧٦٣ قاطع ميل الشمس ١٠ درجات و ٤٨ دقيقة و ٧ ثواني دائما ضم

٠٫٠٩٧٥٢٧ لوغاريتم ثابت

٤٫٢٨٣٩١٠ لوغاريتم رسنيج الموافق للساعة ٢ و ٢٤ دقيقه و ٣٠ ثانية

٤٫١٨٦٣٨٣ دائما يطرح لوغاريتم ثابت من لوغاريتم رسنيج وينظر على الباقي من أنساب العدد ينتج

١٥٣ ٦٠٠ عدد صحيح

مطلوب ارتفاع الشمس وقت الزوال صحيح

١٣٧ ٧٥٤ جيب اعشاري المقابل لمقدار الارتفاع الصحيح الذي هو ٤٨ درجة و ٥٧ دقيقة و ٤٢ ثانية يضم دائما

---

٩٠٧ ٧٣٧ ينظر من جدول جيب اعشاري ينتج ٥٦ درجة و ١٢ دقيقة

مطلوب مقدار عرض المكان

ثَ	َ	°	
٠٠	١٢	٦٥	غاية ارتفاع الشمس
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	٤٨	٢٤	تمام ارتفاع
٠٧	٤٨	١٠	ميل الشمس شمالى
٠٧	٣٦	٣٥	= عرض المكان شمالى

واقول فى هذا اذا رمزنا بحروف أ ح ب ى لدائرة نصف نهار المكان كما فى شكل (٤٣) وان خط أ ب أفق الراصد وخط ح ى أول السموت وخط هو محور العالم وخط رح خط الاستواء السماوى وفرضنا ان الشمس وقت الارتفاع المأخوذ منها فى نقطة شه ثم رسمنا دائرة الميل هشو وكذا دائرة حشى السمتية المارين بالشمس فيحدث من تقاطع الدائرتين المذكورتين مع دائرة نصف النهار مثلث هحشه الكروى المائل الزاوية وفيه يوجد زاوية شه ه ح تساوى لمقدار فضل الدائر وضلع ه شه يساوى لمقدار تمام ميل الشمس وضلع ه ح يساوى لمقدار تمام العرض

واذا انزلنا من نقطة شه عمود شه ل على دائرة نصف النهار فيحدث مثلثى ه شه ل (و) شه ل ح القائمى الزاوية فى نقطة ل ثم يصير فى المثلث الاول نسبة جا نصف القطر : جيب الضلع المقابل لها هشه :: جا ساعات فضل الدائر : جا خط ل شه العمود أو جا نصف القطر : جتا ميل الشمس :: جا مقدار ساعات فضل الدائر : جا عمود ل شه (قضية ثانية من علم المثلثات) وبتحويل ذلك الى عمل لوغاريتمى يضم جيب تمام ميل الشمس على جيب ساعات فضل الدائر ويطرح من الحاصل مقدار جيب نصف القطر وينظر على الباقى من خانة الجيب فينتج مقدار العمود شه ل وأيضا فى المثلث المذكور جيب تمام الوتر يساوى حاصل ضرب تمام جيبى الضلعين الآخرين هكذا جتا ه شه = جتا شه ل × ل جتا ه ل اعنى جا ميل الشمس يساوى جيب تمام مقدار

العمود فى جيب تمام هـ ل القطعة الكبرى أو يطرح جيب تمام العمود من جيب ميل الشمس بعد ضم نصف القطر عليه وينظر على الباقى من جيب التمام فينتج مقدار القطعة هـ ل ثم يصير فى المثلث ح ل شـ أيضا جتا ح شـ أعنى تمام الارتفاع = جتا شـ ل مقدار العمود فى جتا القطعة ح ل أو يطرح جيب تمام مقدار العمود من جيب ارتفاع الشمس بعد ضم نصف القطر عليه وينظره لى الباقى من تمام الجيب فينتج مقدار القطعة ح ل الصغرى واذا طرحنا مقدارها من مقدار هـ ل القطعة الكبرى فيصير الباقى مساويا لقوس هـ ح المساوى لتمام العرض ومتى علم تمام العرض يعلم ضرورة مقدار العرض المطلوب

صورة العمل

٠٠٠٠٠٠٠ر١٠ جا نصف القطر

٩٫٩٩٢٢٣٨ جتا ميل الشمس ٢٠ درجات و٤٨ دقيقه و٧ ثوانى

٩٫٧٧٠٥٢٠ جا فضل الدائر ساعه ٢ و٢٤ دقيقة و٣٠ ثانية

١٩٫٧٦٢٧٥٨ مجموع الثانى والثالث

٠٠٠٠٠٠٠ر١٠ جا نصف القطر

٩٫٧٦٢٧٥٨ جا نظر ٣٥ درجة و٢٣ دقيقة و١٥ ثانية = شـ ل مطلوب هـ ل القطعة الكبرى

٩٫٢٧٢٧٢٦ جا ميل الشمس

٩٫٩١١٢٩٣ جتا ٣٥ درجة و٢٣ دقيقه و١٥ مقدار العمود

٩٫٣٦١٤٣٣ باقى الطرح جتا نظر ٧٦ درجة و٤٢ دقيقة و٥٤ ثانية مطلوب ح ل قطعة صغرى

٩٫٨٧٧٥٠٠ جا رتفاع الشمس ٤٨ درجة و٥٧ دقيقة و٤٢ ثانية

٩٫٩١١٢٩٣ جتا ٣٥ درجة و٢٣ دقيقة و٣٠ ثانية

٩٫٩٦٦٢١٢ جتا نظر

″ ′ ٠

٣٠ ١٨ ٢٢ = قطعة صغرى

″	′	°	
٤٥	٤٢	٧٦	قطعة كبرى هـ ل
٣٠	١٨	٣٢	قطعة صغرى ح ل
١٥	٢٤	٥٤	= تمام العرض
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٥	٣٥	٣٥	= عرض المكان شمالي

مثال ثاني

سنة ١٨٧١ في يوم ١٠ مارث عرض بركيتة ٤١ درجة والطول ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة غرب غرنويج ارتفاع سفينة ٢٠ قدما وفي ١٠ ساعات و ٣٠ دقيقة و ٣٠ ثانية قبل الزوال كان ارتفاع الشمس محيط اسفل ٣٩ درجة و ٢٣ دقيقة والمطلوب عرض المكان

″	′	س	يوم	
٣٠	٢٠	١٠	٠	حساب اعتيادي محل
٠٠	٠٠	١٢	١	طارح يوم وضم ١٢ ساعة
٣٠	٢٠	٢٢	٩	حساب فلكي محل
٣٠	٢٩	١	٠	زمن الطول غرب
٥٠	٤٩	٢٣	٩	حساب فلكي غرنويج

″	′	°	
٥٩	٣٢	٠٤	ميل ٩ مارت
٣١	٠٩	٠٤	ميل ١٠ منه
٢٨	٢٢	٠٠	فرق ميل في ٢٤ ساعة

٠٫٠٠٣٠٣ انساب غرنويج
٠٫٨٨٤٨٢ انساب الفرق

٠٫٨٨٧٨٥ انساب طرف ثاني

٢٣ دقيقة و ١٨ ثانية

″	′	°	
٥٩	٣٢	٠٤	ميل ٩
١٨	٢٣	٠٠	طرف ثاني
٤١	٠٩	٠٤	ميل صحيح جنوب مطلوب ارتفاع صحيح

″	′	°	
٠٠	٢٣	٣٩	ارتفاع محيط اسفل
٠٨	١٦	٠٠	نصف القطر
٠٨	٣٩	٣٩	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٤٤	٣٤	٣٩	ارتفاع ظاهري
٠٣	٠١	٠٠	انعطاف شعاع
٤١	٣٣	٣٩	ارتفاع صحيح

العمل بالقاعدة الاولى

٦٫٣٠١٠٣٠ لو ثابت
٩٫٨٧٧٧٨٠ جتا عرض بركيتة ٤١ درجة
٩٫٩٩٨٨٥٣ جتا ميل درجة ٤ و ٩ دقائق و ١٤ ثانية
٨٫٦٦٦٣٨٩ جا فضل الدائر
٣٫٤٨٤٤٠٥٢ لو عدد نظير
٦٩٨٣٠ محفوظ
٣٦٣٠٣٤ جيب اختيارى السهام المقابل تمام ارتفاع ٥٠ درجة و ٢٦ دقيقة

٠٠٠٠٧١ المقابل لحصة الثوانى
٣٦٣٠٩٥
٠٦٩٨٣٠ عدد محفوظ
٢٩٣٢٦٥ ينظر من جيب السهام ينتج ٤١ درجة و ١ دقيقة والعدد الباقى مقابل ٤٨ ثانية

٣٩٣٠٩٥
٠٠٠١٦٦ الباقى

″	′	°	
٤٥	٠١	٤٨	تمام ارتفاع
٠٤	٠٩	٤١	ميل جنوب
٤٠	٥١	٥٣	عرض شمالى

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢٥ شهر نومبر كان مقدار العرض المتحصل من حساب البركيتة ٣٣ درجة و ٤٠ دقيقة شمالى وطول محل السفينة ٢٥ درجة و ٥٠ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفى وقت الساعة ٩ و ٢٥ دقيقة و ٣٠ ثانية صار اخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٢٤ درجة و ٤ دقائق و ٤٠ ثانية والمطلوب عرض موقع السفينة الصحيح

صورة العمل

″	′	ه	يوم
٣٠	٢٥	٣٩	٢٠ ره حساب اعتيادى محل
			١٢ ر ١ د
٢٤ ر ٢١ ر ٢٥ ر ٣٠			حساب فلكى محل
١ ر ٤٣ ر ٢٠			د ٠٠ زمن الطول شرق
٢٤ ر ١٩ ر ٤٢ ر ١٠			حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق ميل الشمس

″	′	°	
٢٠٫٣٥٫٣٤			ميل الشمس فى ٢٤ نومبر
٢٠٫٤٧٫٢٨			شرحه فى ٢٥
٥٤	١١	٠٠	فرق الميل فى ٢٤ ساعة

٠٫٨٠٨٥٧٥ انساب فلكى غرنويج
١٫١٧٩٧٣ انساب فرق ميل
١٫٢٦٥٤٨ انساب طرف ثانى
٩ دقائق و ٤٦ ثانية

مطلوب ميل الشمس الصحيح

″	′	°	
٢٠٫٣٥٫٣٤			ميل الشمس فى ٢٥ نومبر
٩٫٤٦			طرف ثانى
٢٠٫٤٥٫٣٠			ميل صحيح جنوبى

مطلوب فضل الدائر

′	٥	٥٥	
٣٠	٢٥	٠٩	ساعات الارتفاع
٠٠	٠٠	١٢	
٣٠	٣٤	٢	فضل الدائر

مطلوب تصحيح الارتفاع

″	′	°	
٤١	٠٤	٢٤	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
١٥	١٦	٠٠	نصف نظر
٥٦	٢	٢٤	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٣٠ قدما
٣٢	١٦	٢٤	ارتفاع ظاهرى
٠٢	٠٢	٠٠	انعطاف شعاع
٣٠	١٤	٢٤	ارتفاع صحيح

مطلوب مقدار العمود شم ل

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٩٫٩٧٠٨٦٢ جتا ميل الشمس
٩٫٧٩٥٣٣٨ جا فضل الدائر
١٩٫٧٦٦٢٠٠
١٠٫٠٠٠٠٠٠
٠٩٫٧٦٦٢٠٠ ينظر من الجيب =

″	′	°	
٤٥	٤٢	٣٥	= العمود شم ل

مطلوب قطعة كبرى هـ ل

٩٫٥٤٩٤٤٣ جا ميل الشمس

″	′	°
٢٠	٤٥	٢٠

٩٫٩٠٩٥٣٣ جتا عمود شم ل
٣٠ ٤٢ ٤٥
٩٫٦٣٩٩١٠ بعد الطرح ينظر من تمام الجيب

″	′	°	
٣٠	٠٧	٦٤	وحيث ان القطعة هـ ل أكبر من ٩٠ درجة

٠٠ ٠٠ ١٨٠ فيطرح الناتج من ١٨٠ درجة

٣٠ر٣٢ر٥٥ر١١ = قطعة كبرى هـ ل

وطاوب قطعة صغرى ح ل

٩ر٦١٢٤٠٤ جا ارتفاع صحيح ٢٤ درجة و ١٤ دقيقة و ٣٠ ثانية

٩ر٩٠٩٠٣٣ جتا مقدار العمود ٣٥ درجة و ٤٢ دقيقة و ٤٥ ثانية

٩ر٧٠٣٨٧١ بعد الطرح ينظر من جيب التمام

٥ / ٥

٣٠ ٣٧ ٥٩ = قطعة صغرى ح ل

٣٠ ٥٢ ١١٥ قطعة كبرى هـ ل

٠٠ر٥١ر٥٦ يطرح احدهما من الاخر والناتج يساوى تمام العرض

٩٠ ٠٠ ٠٠

٠٠ ٤٥ ٣٣ = عرض المكان شمالى

تنبيه

اذا كان ميل الشمس صفر درجة وصفر دقيقة فيكون مقدار القطعة الكبرى يساوى ٩٠ درجة وحينئذ يكون مقدار القطعة الصغرى مساويا لمقدار العرض والعمود النازل من موقع الشمس على دائرة نصف نهار المكان يكون هو مقدار الزاوية القطبية وبذلك يؤخذ جيب تمام فضل الدائر بعد تحويله الى درج ويؤخذ تمام جيبه ويطرح من جيب الارتفاع وينظر على الباقى من خانة تمام الجيب والناتج يكون مساويا لمقدار عرض المكان

الدعوى السادسة عشر

١٠٨ فى بيان استخراج عرض المكان بواسطة ارتفاعين يؤخذان من الشمس

كيفية استخراج العرض تكون بواسطة ارتفاعين يؤخذان من الشمس فى وقتين مختلفين احدهما يكون بعد الثانى بزمن اقل من خمس ساعات واكثر من ٤٥ دقيقة ويؤخذ الارتفاعات المذكوران فى مكان واحد بساعة مضبوطة سواء كان وقت الارتفاعين من قبل الزوال أو بعده أو يكون احدهما قبل الزوال والثانى بعد الزوال ثم يصير تصحيح ميل

الشمس وتحويله الى كل وقت يؤخذ فيه الارتفاع ثم يصير تصحيح مقدار الارتفاعين كما تقدم ثم بعد ذلك يؤخذ انساب قاطع عرض البركة وقاطع ميل الشمس الصحيح ويصير جمعهما والحاصل يسمى باللوغاريتم الثابت ثم يؤخذ جيب اعشاري لدرج ودقائق الارتفاع الاول وكذلك لدرج ودقائق الارتفاع الثاني ويطرح اصغرهما من الاكبر ثم يصير استخراج زمن المسافة الواقعة بين وقتي الارتفاعين المأخوذين وينظر الى وقتيهما فان كانا من قبل الزوال أو بعده فيطرح احدهما من الثاني وان كان احدهما قبل الزوال والثاني من بعد الزوال فيلزم ضم ١٢ ساعة على الساعة المنظورة بعد الزوال ثم يصير طرح الاول من الثاني والناتج يكون هو مقدار الزمن الكائن بين الوقتين المذكورين فيؤخذ نصفه ويسمى نصف المسافة وبعد ذلك يؤخذ انساب الاعداد لتفاضل الجيوب الاعشارية المأخوذة لمقداري الارتفاعين ثم يؤخذ انساب ساعات نصف المسافة الحرفي جداول اللوغاريتم العربي ثم يصير جمع مقادير الثلاثة حواصل وهي اعداد اللوغاريتم الثابت وانساب تفاضل الجيوب الاعشارية واعداد نصف المسافة وينظر على الحاصل من جداول الزمن المتوسط الموجود باللوغاريتم المذكور والناتج من الساعات والدقائق يصير وضعه تحت زمن نصف المسافة ويطرح احدهما من الثاني والناتج يكون هو تقديم الساعة أو تأخيرها فان كان زمن نصف المسافة أقل من الزمن الناتج من جداول الزمن المتوسط فالناتج يكون مقدار تأخير الساعة وعكس ذلك يكون تقديما وبعد هذا يؤخذ مقدار ساعات الزمن المتوسط من لوغاريتم الاعداد المتصاعدة المسمى لوغاريتم رسنيج ويوضع تحته اعداد اللوغاريتم الثابت ويطرح دائما وينظر على الباقي من جداول الاعداد الصحيحة والذي يوجد من الاعداد يضم دائما على اعداد جيب اعشاري الارتفاع الاكبر وينظر على المجموع من جداول الجيوب الاعشارية والذي ينتج من الدرج والدقائق يكون مساو بالغاية ارتفاع الشمس وقت الزوال بالنسبة للارتفاع الاكبر ثم يطرح من ٩٠ درجة ويوضع تحته ميل الشمس الصحيح ويضم أو يطرح كما تقدم في عمليات عرض نصف النهار والناتج يكون مقدار العرض المطلوب

مثال أول

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٠ شهر سبتمبر وجد عرض المركبة ٣٨ درجة و٤٠ دقيقة شمالي والطول ٩ درجات و١٠ دقائق شرقي نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و٤٠ دقيقة و٢٠ ثانية جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل وجد ٤٢ درجة و٣٠ دقيقة وفي وقت الساعة ١ و٤٨ دقيقة و٥٥ ثانية من بعد الزوال أيضا جرى اخذ ارتفاع الشمس وجد ٤٧ درجة و٥٤ دقيقة والمطلوب مقدار العرض الصحيح

صورة العمل

″	′	ساعة	يوم		
٥٥	٤٨	١	١٠	فلكي محل	
٤٠	٣٦	٠٠	٠٠	زمن الطول شرق	
١٥	١٢	١	١٠	حساب فلكي غرنويج	

مطلوب فرق ميل الشمس

″	′	°	
٥٣	٥٤	٤	ميل في ١٠ سبتمبر
٠٤	٣٢	٤	ميل ١١ جي منه
٤٩	٢٢	٠	فرق الميل في ٢٤ ساعة

٠٣٠٢ر١ أنساب فلكي غرنويج

٢ر١٩٧٠٢ر٠ انساب فرق ميل

٢ر١٩٨٠٥ نساب طرف ثاني ـــ و١ دقيقة و٨ ثانية

مطلوب ميل صحيح

″	′	°	
٥٣	٥٤	٤	ميل في ١٠ جي سبتمبر
٠٨	٠١	٠	طرف ثاني
٤٥	٥٣	٤	ميل صحيح جنوب

مطلوب تصحيح الارتفاعين المأخوذين

″	′	°	
٠٠	٣٠	٤٣	ارتفاع مأخوذ
٥٦	٥	٠٠	نصف قطر
٥٦	٤٥	٤٣	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٣٢	٤١	٤٣	ارتفاع ظاهري
٥٥	٠	٠	انعطاف شعاع
٣٧	٤٠	٤٣	ارتفاع اول صحيح

٥ ′ ″
٠٠ ٥٤ ٤٧ ارتفاع مأخوذ
٥٦ ١٥ ٠٠ نصف قطر
٥٦ر٠٩ر٤٨ ارتفاع مركز
٢٤ر٠٤ر٠٠ ارتفاع سفينة
٣٢ر٠٥ر٤٨ ارتفاع ظاهرى
٤٨ر٠٠ر٠٠ انعطاف شعاع
٤٤ ٠٤ ٤٨ ارتفاع صحيح
٠٧٤٦ر٠ قا عرض بركينة
٣٨ درجة و٠٤ دقيقة
١٥٩٠٠ر٠ قا ميل الشمس
٥ ′ ″
٤٥ ٥٣ ٠٤
١٠٩٠٥ر٠ لوغاريتم ثابت
٧٤٤١٢ جيب اعشارى ارتفاع ثانى ٤٨ درجة و٠٤ دقائق و٤٤ ثانية
٩٩٠٥١ شرحه ارتفاع أول ٤٣ درجة و٠٤ دقيقة و٣٧ ثانية
٠٥٣٦١ التفاضل
٣ر٧٢٩٢٥ لوعدد التفاضل
٥٣٦١
٢٨٧٣٧ر٠ لوزمن نصف المسافة الساعة ٢ و٤ دقائق و١٥ ثانية
١٩١٠٥ر٠ لوثابت
٤ر١٢٥٦٨ بعد الجمع ينظر من جدول زمن متوسط

ينتج ساعة ٠ و١٥ دقيقة و٢٠ ثانية
٥ ′ ″
٢٠ ٤٠ ٠٩ ساعات الارتفاع الاول
٥٠ ٤٨ ١+١٢ ساعة ويطرح الاول من الثانى
٣٠ ٠٨ ٠٤ = زمن المسافة
١٥ ٠٤ ٠٢ نصف المسافة
٢٠ ١٥ ٠٠ مقدار زمن متوسط
٥٥ ٤٨ ٠١ ساعة صحيحة
٠٥ ٤٨ ٠١ ساعات الارتفاع الثانى
٠٥ ٠٠ ٠٠ تأخير الساعة
مطلوب ارتفاع الشمس وقت الزوال
٤ر٠٤٤٦٠ لوغاريتم رسنيج
٥ ′ ″
٥٥ ٤٨ ٠١
١٠٩٠٥ر٠ لوغاريتم ثابت دائما طرح
٣ر٩٣٥٥٥ ينظر من لوغاريتم العدد =
٠٨٦٢١
٧٤٤١٢ جيب اعشارى الارتفاع الاكبر دائما يضم
٨٣٠٣٣ ينظر من جيب اعشارى

°	´	″	
٠٠	٠٨	٥٦	غاية ارتفاع الشمس وقت الزوال
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	٥٢	٣٣	تمام ارتفاع
٤٥	٥٣	٤	ميل الشمس جنوبي
٤٥	٤٥	٣٨	= عرض المكان شمالي في محل الارتفاع الاول

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ شهر مايس عرض بركينة شمالي ٣٢ درجة و٥٤ دقيقة والطول ٢٨ درجة و٢٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج ارتفاع سفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و٤٨ دقيقة و١٢ ثانية جرى أخذ ارتفاع الشمس محيط أسفل فوجد ٥٧ درجة و١٤ دقيقة و٢٤ ثانية وفي وقت الساعة ١ و٥٢ دقيقة و٣٠ ثانية بعد الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس مرة ثانية فوجد ٦٦ درجة و١١ دقيقة و٥٠ ثانية والمطلوب مقدار العرض الصحيح

صورة العمل

″	´	ع	يوم	
٣٠	٢٥	٠١	١٥	حساب فلكي محل
٤٠	٥٣	٠١	٠٠	زمن الطول شرق
٥٠ر	٣١ر	٢٣ر	١٤	حساب فلكي غرنويج

مطلوب فرق ميل

″	´	°	
٢٠ر	٣٩ر	١٨ر	١ ميلا ١٤ جي مايس
٣٩	٥٣	١٨	شرحه في ١٥ مايس
١٩	١٤	٠٠	فرق الميل في ٢٤ ساعة

مطلوب

مطلوب طرف ثانی

۰٫۰۰۸۵۳ انساب فلکی غرنویج

۰٫۰۹۹٤۳ انساب فرق المیل

۱٫۱۰۷۹٦ انساب طرف ثانی ۱٤ دقیقة و ۲ ثانیة

مطلوب میل صحیح

°	′	″	
۱۸	۳۹	۲۰	میل الشمس فی ۱٤
۰	۱٤	۰۲	طرف ثانی
۱۸	۵۳	۲۲	میل صحیح شمالی

مطلوب لوغاریتم ثابت

۰٫۰۷۵۱۸٤ قاعرض برکیتة ۳۲ دقیقة و ۵٤ درجة

۰٫۰۲٤۰۳۷ قامیل الشمس ۱۸ درجة و ۵۳ دقیقة و ۲۲ ثانیة

۰٫۰۹۹۲۲۱ لوثابت

مطلوب تصحیح الارتفاعات

°	′	″	
۵۷	۱٤	۲٤	ارتفاع محیط أسفل
۰۰	۱۵	۵۱	نصف القطر
۵۷	۳۰	۱۵	ارتفاع مرکز
۰۰	۰٤	۲٤	ارتفاع سفینة
۵۷	۲۵	۵۱	ارتفاع ظاهری
۰۰	۰۰	۳۲	انعطاف شعاع
۵۷	۲۵	۱۹	ارتفاع صحیح اول

°	′	″	
٦٦	۱۱	۱۵	ارتفاع محیط اسفل
۰۰	۱۵	۵۱	نصف القطر
٦٦	۲۷	۰٦	ارتفاع مرکز
۰۰	۰٤	۳٤	ارتفاع سفینة
٦٦	۲۳	٤۲	ارتفاع ظاهری
۰۰	۰۰	۲۲	انعطاف شعاع
٦٦	۲۲	۲۰	ارتفاع صحیح ثانی

جیب اعشاری

۸٤۲٦۱ ارتفاع أول ۵۷ درجة و ۲۵ دقیقة و ۱۹ ثانیة

۹۱٦۱۳ ارتفاع ثانی ٦٦ درجة و ۲۲ درجة و ۲۰ ثانیة

۰۷۳۵۲ تفاضل

مطلوب المسافة الزمانی

″	′	ه	
۱۲	٤۸	۰۹	
۰۰	۰۰	۱۲	
٤۸	۱۱	۰۲	الباقی للزوال
۳۰	۲۵	۰۱	ساعات بعد الزوال
۱۸	۳۷	۰۳	= المسافة
۳۹	٤۸	۰۱	نصف المسافة

مطلوب ساعة صحيح

٠٫٠٩٩٢٢١ لوثابت

٣٫٨٦٦٤٠٠ لوعدد التفاضل ٧٣٥٢٠

٠٫٣٤٠٤٨٠ لوغاريتم نصف المسافة ١ ساعة و٤٨ دقيقة و٣٩ ثانية

٤٫٣٠٦١٠١ بعد الجمع ينظر من زمن متوسط = ٢٣ دقيقة و١٠ ثواني

″	′	س	
٣٩	٤٨	١	نصف المسافة
١٠	٢٣	٠	مقدار ساعات زمن متوسط
٢٩	٢٥	١	ساعة صحيح

مطلوب ارتفاع الشمس وقت الزوال

٣٫٨٣٧٤٩ لوعدد سنيح ١ ساعة و٢٥ دقيقة و٢٩ ثانية

٠٫٠٩٩٢٢ لوغاريتم ثابت دائما يطرح

٣٫٧٣٨٢٧ ينظر من لوغاريتم العدد ينتج

٠٥٤٧٣ يضم دائما على عدد جيب اعشاري الارتفاع الاكبر

٩١٦١٣ جيب اعشاري ارتفاع أكبر

٩٧٠٨٦ ينظر من جيب اعشاري =

″	′	°	
٠٠	٠٨	٧٦	ارتفاع الشمس وقت نصف نهار
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٠	٥٢	١٣	تمام ارتفاع
٠٠	٥٣	١٨	ميل الشمس شمالي ضم
٠٠	٤٥	٣٢	= عرض محل السفينة شمالي في محل الارتفاع الاول

قاعدة أخرى

يؤخذ جيب تمام ميل الشمس الاول وجيب تمام ميل الشمس الثاني وجيب السهام لساعات المسافة ويصير جمع الثلاثة مقادير وبعد طرح العشرات ينظر من جداول جيب السهام والناتج يكون مقدار القوس الاول ثم

يطرح

يطرح مقدار القوس الاول من تمام ميل الشمس الاول والباقي يضم على تمام ميل الشمس الثاني ثم يطرح الباقي الاول من تمام ميل الشمس الثاني والباقي يسمى بالباقي الثاني ثم يؤخذ تمام قاطع قوس أول وتمام قاطع ميل الشمس الاول وجيب نصف نصف الحاصل وجيب نصف نصف الباقي الثاني و تضم الاربعة مقادير و ينظر على المجموع من جداول جيب السهام فينتج مقدار القوس الثاني ثم يطرح تمام ارتفاع أول من مقدار القوس الاول والباقي يسمى بالباقي الاول يضم على تمام ارتفاع ثاني ثم يطرح باقي أول من تمام ارتفاع ثاني والباقي يسمى بالباقي الثاني ثم يؤخذ قاطع تمام قوس أول وقاطع تمام ارتفاع أول وجيب نصف نصف الحاصل وجيب نصف نصف الباقي و بعد جمع الاربعة مقادير ينظر على الحاصل من جيب السهام فينتج مقدار القوس الثالث ولاجل استخراج مقدار القوس الرابع يطرح من مقدار قوس ثاني مقدار القوس الثالث والباقي يكون مقدار القوس الرابع ثم يؤخذ جيب تمام ميل الشمس الاول وجيب تمام ارتفاع أول وجيب السهام للقوس الرابع و بعد جمع الثلاثة مقادير وطرح العشرات ينظر على الباقي من جيب السهام فينتج مقدار القوس الخامس ثم يطرح تمام ارتفاع أول من تمام ميل الشمس الاول والباقي يحفظ ثم يؤخذ جيب اعشاري السهام المقابل لمقدار القوس الخامس وجيب اعشاري الباقي المحفوظ و بعد جمعهما ينظر على الحاصل من جيب اعشاري السهام والناتج يكون مساويا لتمام العرض فيطرح من ٩٠ درجة ينتج مقدار العرض

صورة العمل

مطلوب قوس أول

٩٫٩٩٧٦٠٤٩ جتا ميل أول ١٨ درجة ١٥ دقيقة ٢٢ ثانية

٩٫٩٩٧٥٩٦٣ جتا ميل الشمس الثاني ١٨ درجة و ٣٥ دقيقة و ٢٣ ثانية

٩٫٢٣١٨٥٤٢ جا السهام ٣ ساعات ٢٧ دقيقة و ١٨ ثانية

٢٫٩٫٢٧٠٥٥٤ ينظر من جيب السهام = ١٥ درجة و ٩ دقائق و ٥٤ ثانية

= قوس أول

مطلوب قوس ثانى

″	′	°	
٤٥	٠٩	٥١	قوس أول
٤٧	٠٨	٧١	تمام ميل أول
٠٢	٥٩	١٩	باقى أول
٣٨	٠٦	٧١	تمام ميل ثانى
٤٠	٠٥	٩١	الحاصل
٣٨	٠٦	٧١	تمام ميل ثانى
٠٢	٥٩	١٩	باقى أول
٣٦	٠٧	٥١	باقى ثانى

٠٫٠١٠٨٥٠٣ قتا قوس أول

″	′	°
٤٥	٠٩	٥١

٠٫٠٢٣٩٥١ قتا تمام ميل أول

″	′	°
٤٧	٠٨	٥١

٤٫٨٥٣٦١٤ جا نصف نصف الحاصل ٩١ درجة و٥ دقائق و٤٠ ثانية

٤٫٦٣٥١٠٨ جا نصف نصف الباقى ٥١ درجة و٧ دقائق و٣٦ ثانية

٩٫٦٢١٢٧٦ بعد الجمع ينظر من جيب السهام =

″	′	°	
٣٠	٣٣	٨٠	قوس ثانى

مطلوب قوس ثالث

″	′	°	
٤٥	٠٩	٥١	قوس أول
٣٠	٣٤	٣٢	تمام ارتفاع أول
١٥	٣٥	١٨	باقى أول
٤١	٣٧	٢٣	تمام ارتفاع ثانى
٥٦	١٢	٤٢	الحاصل
١٥	٣٥	١٨	باقى أول
٤١	٣٧	٢٣	تمام ارتفاع ثانى
٢٦	٠٢	٠٥	باقى ثانى

مطلوب قوس ثالث

٠٫٠١٠٨٥٠٣ قتا قوس أول

″	′	°
٤٥	٠٩	٥١

٠٫٢٦٨٨٩٢ قتا تمام ارتفاع أول

٤٫٥٥٦٤٦٢ جا نصف نصف الحاصل

٣٫٦٤٣٢٨١ جا نصف نصف باقى ثانى

٨٫٥٧٧١٣٨ بعد الضم ينظر من جيب السهام

″	′	°	
٤٥	٢٤	٢٢	قوس ثالث

مطلوب قوس رابع

″	′	°	
٣٠	٣٣	٨٠	قوس ثانى
٤٥	٢٤	٢٢	قوس ثالث
٤٥	٠٨	٥٨	الباقى = قوس رابع

مطلوب

مطلوب قوس خامس

٩ر٩٩٧٦٠٤٩ جا تمام ميل أول

" ' °

٤٨ ٠٨ ٧١

٩ر٩٧٣١١٠٨ جا تمام ارتفاع

" ' °

أول ٣٠ ٣٤ ٣٢

٩ر٣٧٣١٣٤ جا سهم القوس

" ' °

الرابع ٤٥ ٠٨ ٥٨

٢ر٩٠٨٠٢٩١ بعد الجمع تطرح من جيب السهام

" ' °

٣٠ ٣٥ ٤٠ = قوس خامس

٤٨ ٠٨ ٧١ تمام ميل أول

٣٠ ٣٤ ٣٢ تمام ارتفاع أول

١٨ ٣٤ ٣٨ الباقي

مطلوب تمام العرض

٢٤٠٥٣٩ جيب اعشاري سهام المقابل ٤٠ درجة و٣٥ دقيقة

٠٠٠٠٩٤ المقابل ٤٠ درجة و٣٠ دقيقة

٢٤٠٦٢٣ جيب سهام اعشاري

٢١٨١٧١ جيب اعشاري الباقي

٤٥٨٨٠٤ ينظر من جيب اعشاري السهام

" ' °

٠٦ ١٤ ٥٧ = تمام العرض

٠٠ ٠٠ ٩٠

٥٤ ٤٥ ٣٢ = عرض محل السفينة شمالي

وأقول في ذلك

اعلم أن مقدار العرض الذي صار استخراجه بالقاعدة الاولى وكان بواسطة مقدار العرض الناتج من حساب التركيبة وذلك مع استعمال جداول نصف المسافة وجداول الزمن المتوسط وجدول [illegible] موجودة في كتب اللوغاريتمات المستعملة قديما وكذلك [illegible] [illegible] كانت بواسطة استعمال العرض التقريبي المعلوم مع استعمال جدول نصف الجيب وجيب اعشاري السهام قد تؤدي الى [illegible] الدعوى المذكورة مبنيا على حل المثلثات لكن ويدلك برهانه [illegible] طالب وبيان ذلك كما في شكل (٤٩) اذا فرضنا أن نقطة أ ح ب [illegible]

انصف النهار المار بالمكان وخط ا ب دائرة الافق وخط ح ى خط أول السموت ونقطة ه محل القطب الشمالي ونقطة (ى) محل القطب الجنوبي ونقطة ح خط الاستواء السماوي ونقطة شه محل الشمس وقت أخذ الارتفاع الاول ونقطة ضه موقع الشمس وقت الارتفاع الثاني ثم نرسم دائرتي الميل ه ح شه (و) ه ضه المارتين بموقعي الشمس وأيضا دائرتي ح شه (و) ح ضه السمتيتين فيحدث من ذلك ثلاثة مثلثات كروية الاول مثلث ه شه ضه ومثلث ه شه ح ومثلث ح شه ضه ويكون معلوما في المثلث الاول قوس ه شه = لمقدار تمام ميل الشمس الاول وقوس ه ضه مساو لمقدار تمام ميل الشمس الثاني والزاوية شه ه ضه تكون مساوية لمقدار زمن المسافة الكائنة بين وقتي الارتفاعين ثم أنه بواسطة تلك المعاليم الثلاثة يمكن استخراج مقدار القوس شه ضه الواقع بين موقعي الشمس الكائنتين في نقطتي شه (و) ضه وإذا أنزلنا من نقطة ه رأس المثلث عمود ه ى على القاعدة شه ضه فان هذا العمود يكون منصفا لزاوية الرأس وللقاعدة في نقطة ى

نتيجة (٣) من علم ما تقدم في هذه الحالة يصير تمام ميل الشمس الاول والثاني متساويين لانهم يوجدان على مدار الشمس اليومي الذي يوازي خط الاستواء وحينئذ يقال في المثلث ه شه ى الكروي القائم الزاوية جا زاويه ه ى شه : جا قوس ه شه المقابل لها :: جا زاوية شه ه ى : جا قوس شه ى أي نسبة جا نصف القطر : جا تمام ميل أول :: جا نصف زمن المسافة التي بين وقتي الارتفاعين : جا قوس شه ى الذي يساوي نصف المسافة الواقعة بين الارتفاعين أعني أنه يضرب جيب تمام مقدار الميل الاول في جيب نصف زمن المسافة التي بين وقتي الارتفاعين ويطرح من المجموع جيب نصف القطر وينظر على الباقي من خانة الجيب والناتج يكون مساويا للقوس شه ى وبتضعيفه يصير الحاصل مساويا لمقدار قوس شه ضه المطلوب أو أنه يصير تنزيل عمود ش ومن نقطة ش على تمام ميل الثاني وهو ه ضه فيحدث مثلثي ه و ش (و) ش و ضه القائمي الزاوية في نقطة (و) ويكون في المثلث

الاول جا نصف القطر ؛ جتاميل أول :: جا زمن المسافه بين وقتى الارتفاعين : جاعمود شه و ثم يصير استخراج مقدار القطعة ه و وبهذا جتا ه ش = جتا ش و × جتا ه و أو جتا ه و = $\frac{\text{جتا ه ش}}{\text{جتا ه و}}$ أعنى يطرح جيب تمام العمود من جيب ميل الشمس الاول وينظر على الباقى من خانة تمام الجيب فينتج مقدار القطعة (ه و) الكبرى وبعد استخراج مقدارها يصير طرحه من مقدار تمام ميل ثانى فينتج مقدار القطعة الصغرى و ضه ثم يؤخذ تمام جيب ش و وتمام جيب القطعة الصغرى و ضه وبعد الجمع ينظر على الحاصل فى خانة جيب التمام فينتج مقدار المسافة ش ضه ولاجل استخراج مقدار الزاوية ه ش ض يقال فى المثلث ه ش ض نسبة جا ش ض المسافة : جا زمن المسافة بين الوقتين :: جا ه ض تمام ميل ثانى : جا زاوية ه ش ض المطلوبة وبعد ذلك يصير استخراج مقدار الزاوية ح ش ض من مثلث ش ح ض المعلوم اضلاعه اعنى يؤخذ ضلع ح ض المقابل للزاوية وهو مقدار تمام ارتفاع ثانى وتمام ارتفاع أول ومقدار المسافة ش ض ويصير استخراج الزاوية ح ش ض بالعمل المتقدم فى استخراج فضل الدائر ثم يصير طرح مقدارها من مقدار زاوية ه ش ض المستخرج مقدارها سابقا فيصير الباقى مساو بالمقدار زاوية ح ش ه ثم يقال فى المثلث ح ش ه نسبة جا الساعات الباقية للزوال من بعد طرح وقت لارتفاع الاول من ١٢ ساعه : جا مقدار تمام الارتفاع الاول :: جا مقدار زاوية ح ش ه : جا قوس ه ح المساوى لتمام العرض أعنى يجمع جيب تمام ارتفاع أول على جيب مقدار زاوية ح ش ه ويطرح من الحاصل جيب زمن فضل الدائر وينظر على الباقى من خانة الجيب فينتج مقدار تمام العرض وبطرحه من ٩٠ درجه يكون الباقى مساو بالمقدار العرض المطلوب ومثاله كما فى المثال السابق

ً	َ	°	
١٢	١	١٨	ميل أول صحيح
٢٢	٥٣	١٨	ميل ثانى صحيح شمالى

٣٠ ٢٥ ٧٥ ارتفاع أول صحيح
١٥ ٢٢ ٦٦ ارتفاع ثانى صحيح
ـ ر عه

١٢ ٤٨ ٩٠ ساعات الارتفاع الاول
٠٠ ٠٠ ١٢

٤٨ ١١ ٢ الباقى للزوال
٣٠ ٢٥ ١ زمن الارتفاع الثانى

١٨ ٣٧ ٣ = زمن المسافة
٣٩ ر٤٨ ر١ نصف زمن المسافة

مطلوب نصف المسافة شه ى
١٠ر٠٠٠٠٠٠ جانصف القطر
٩ر٩٧٦٠٤٩ جتا ١٨ درجة و١٥ دقيقة و١٢ ثانية ميل أول
٩ر٦٥٩٤٥٦ جا الساعة ١ و٤٨ دقيقة و٣٩ ثانية نصف المسافة

١٩ر٦٣٥٠٠٥ جمع الثانى والثالث
١٠ر٠٠٠٠٠٠ جانصف القطر

٩ر٦٣٥٠٠٥ جانظر
٤٥ ٣٥ ٢٥ = نصف المسافة
٤٥ ٣٥ ٢٥ ضم مثله

٣٠ ١١ ٥١ = المسافة شه ض
مطلوب الزاوية ــ شه ض
٩ر٨٩١٦٧٥ جا ٥١ درجة و١١ دقيقة و٣٠ ثانية المسافة
٩ر٩٠٩٧٣٧ جا ٣ ساعات و٣٧ دقيقة و١٨ ثانية
٩ر٩٧٥٩٦٣ جتا ١٨ درجة و٣٥ دقيقة و٢٢ ثانية ميل ثانى

١٩ر٨٨٥٧٠٠ مجموع الثانى والثالث
٩ر٨٩١٦٧٥ جا ٥١ درجة و١١ دقيقة و٣٠ ثانية المسافة

٩ر٩٩٤٠٢٥ جانظر = ٨٠ درجة و٣١ دقيقه = هو شه ه

مطلوب

مطلوب الزاوية ح شه ض

″	′	°	
٤٠	٣٧	٢٣	تمام ارتفاع ثانى
٤١	٣٤	٣٢	تمام ارتفاع أول
٣٠	١١	٥١	المسافة
٥١	٢٣	١٠٧	الحاصل
٥٥	٤١	٥٣٫	نصف الحاصل
٤٠	٣٧	٢٣	تمام ارتفاع ثانى
١٥	٠٤	٣٠	الباقى

٠٫٢٦٨٨٤٣ قتا تمام ارتفاع أول

٠٫٠١٠٨٣٢٥ قتا المسافة

٩٫٩٠٦٢٩٦ جا نصف الحاصل

٩٫٦٩٩٨٩٩ جا الباقى

١٩٫٩٨٣٣٦٣ الحاصل

٩٫٩٩١٦٨١ نصف الحاصل من تمام الجيب

″	′	°	
٤٥	١٠	١١	= نصف الزاوية
٤٥	١٠	١١	ضم مثله
٣٠	٢١	٢٢	= ح ش ض
٠٠	٣١	٨٠	= ه ش ض
٣٠	٠٩	٥٨	= ج ش ه

مطلوب العرض

٩٫٧٣٠٥٢٥ جا الساعة ٢ و ١١ دقيقة و ٤٨ ثانية مقدار زاوية ح ه شه

٩٫٧٣١١٥٧ جا ٣٢ درجة و ٣٤ دقيقة و ٤١ ثانية تمام ارتفاع اول

٩٫٩٢٩١٦٨ جا ٥٨ درجة و ٩ دقيقة و ٣٠ ثانية مقدار زاوية ح شه ه

١٩٫٦٦٠٣٢٥ مجموع الثانى والثالث

٩٫٧٣٠٥٢٥ جا الساعة ٢ و ١١ دقيقة و ٤٨ ثانية مقدار زاوية ح ه شه

٩٫٩٢٤٨٠٠ ينظر من تمام الجيب =

″	′	°	
٠٠	٤٥	٣٢	عرض المكان شمالى

١٠٩ فى كيفية استخراج العرض بواسطة الارتفاعين المأخوذين من الشمس فى أثناء سير السفينة

علم ان مقدار العرض الذى صار استخراجه سابقا بواسطة الارتفاعين المأخوذين من الشمس كان بالنسبة لمحل الراصد فى نقطة واحده واما اذا صار أخذ ارتفاع الشمس والسفينة كائنة فى محلها الاول ثم سارت مقدارا من الاميال ثم جرى أخذ ارتفاع الشمس مرة ثانية فمن المعلوم ان

محل السفينة يتغير عن محلها الاول وبسبب ذلك يلزم تحويل أحد الارتفاعين بعد التصحيح الى محل الثانى وكذلك تحويل ساعات زمن الارتفاع المذكور الى زمن محل الثانى لو فرض أخذ الارتفاع المذكور فيه وايضا يصير تحويل مقدار العرض المعلوم من حساب البركيتة الى محل الارتفاع المطلوب فيه مقدار العرض الصحيح

وطريق ذلك أن يؤخذ اتجاه الشمس بالبوصلة عند أخذ الارتفاع الاول ثم يصير تصحيحه هو واتجاه السفينة المعلوم من مقدار الانعطاف والانحراف وبعد هذا يصير استخراج مقدار المسافة الكائنة بين وقتى الارتفاعين وأيضا مقدار المسافة الواقعة بين اتجاه الشمس واتجاه السفينة وكيفية استخراجهما يصير بطرح أحد الاتجاهين من الآخر اذا وجدنا الاتجاهين المذكورين فى زاوية واحدة أو وجدناهما فى زاويتين متقابلتين وأما اذا وجدا فى زاويتين متجاورتين فيصير جمعهما والناتج من الاول أو من الثانى يوضع مقدار درجه على زاوية مثلث المسافة ثم يصير ضرب عدد الساعات الكائنة بين وقتى الارتفاعين فى عدد أميال سير السفينة فى الساعة الواحدة والحاصل يوضع عدد أمياله على وتر مثلث اتجاه السفينة وكذا على وتر مثلث المسافة ثم يصير استخراج فرقا العرض وفرق الطول من المثلث الاول وايضا يصير استخراج فرق عرض مثلث المسافة (ثم) ان مقدار المسافة الكائنة بين اتجاه السفينة واتجاه الشمس يوجد على جملة من الحالات (الاولى) اذا وجدا فى زاوية واحدة وجرى طرح أحدهما من الآخر فيصير مقدار المسافة اما صفر درجة أو درج يكون أقل من ٩٠ درجة ويكون سير السفينة حينئذ الى جهة الشمس واما اذا كان اتجاه السفينة واتجاه الشمس يوجدان فى زاويتين متقابلتين وطرح أحدهما من الآخر فيصير الباقى اما صفر درجة واما درج أكثر من ذلك ويكون مقدار المسافة بينهما أكثر من ٩٠ درجة وبهذا يعلم ان سير السفينة يكون الى جهة مضادة لجهة الشمس واذا وجدنا الاتجاهين فى زاويتين متجاورتين مثل زاويتى شمال شرق وجنوب شرق فيصير جمعهما ووضع مقدار المجموع من الدرج على زاوية مثلث المسافة فاذا كان ذلك المجموع أقل من ٩٠

درجه

درجة فيكون مقدار المسافة أكثر من ٩٠ درجة والسفينة سائرة الى جهة مضادة لجهة الشمس واذا كان المجموع أكثر من ٩٠ فيطرح ذلك من ١٨٠ درجة والباقي يوضع على زاوية مثلث المسافة و يكون مقدار المسافة أقل من ٩٠ درجة أعني تكون السفينة متجهة لجهة الشمس وأما اذا كان اتجاه السفينة واتجاه الشمس يوجدان في زاويتي شمال مشرق وشمال مغرب أو في زاويتي جنوب مشرق وجنوب مغرب فيصير جمعهما ويكون مقدار المجموع مساويا لمقدار المسافة المطلوبة واذا علم ذلك وكان المطلوب تحويل مقدار الارتفاع الاول الى محل الثاني وكان مقدار المسافة أقل من ٩٠ درجة فيضم فرق عرض مثلث المسافة على مقدار الارتفاع الاول الصحيح وعكس ذلك اذا كان المطلوب تحويل الارتفاع الثاني الى الاول وأما اذا كان مقدار المسافة أكثر من ٩٠ درجة والمطلوب تحويل الارتفاع الاول الى محل الثاني فيطرح فرق عرض مثلث المسافة من مقدار الارتفاع الاول وعكس ذلك اذا صار تحويل الارتفاع الثاني الى محل الاول واذا كان مقدار المسافة صفر درجة في الحالة التي يوجد فيها اتجاه السفينة واتجاه الشمس في زاوية واحدة فيؤخذ مقدار الاميال التي قطعتها السفينة من محلها الاول الى محلها الثاني و يضم أو يطرح من مقدار الارتفاع المطلوب تحويله الى محل الثاني وأيضا اذا كان مقدار المسافة صفر درجة في الحالة التي يوجد فيها اتجاه السفينة واتجاه الشمس في زاويتين متقابلتين فيصير اعتبار مقدار اميال سير السفينة هي أميال فرق عرض مثلث المسافة و يطرح أو يضم على مقتضى ما تقدم واذا صار مقدار المسافة مساويا الى ٩٠ درجة فلا يلزم تحويل الارتفاع المذكور الى محل الثاني لانه لو أخذ في محل الثاني لكان على خط موازي لخط الاستواء فلا يختلف عن مقداره الذي يؤخذ في محله الاول

أمثلة في استخراج المسافة

مثال أول

ـ	ه	
٣٠	٤٥	اتجاه السفينة صحيح جنوبي مشرق
٠٠	٢٠	اتجاه الشمس صحيح جنوب مشرق
٣٠	٢٥	مقدار المسافة ونوضع على مثلث المسافة

مثال ثانى

´	°	
٣٠	٥٥	اتجاه السفينة صحيح شمال مشرق
٢٠	٢٥	اتجاه الشمس صحيح جنوب مشرق
٥٠	٨٠	= زاوية مثلث المسافة
٠٠	١٨٠	
١٠	٩٩	= مقدار المسافة

مثال ثالث

´	°	
٢٠	٨٠	اتجاه السفينة صحيح شمال مغرب
٠٠	٣٠	اتجاه الشمس جنوب مشرق
٢٠	٥٠	= زاوية مثلث المسافة

والمسافة تكون أكثر من ٩٠ درجة

مثال رابع

٠٠	٨٠	اتجاه السفينة صحيح جنوب مشرق
٤٠	٢٥	اتجاه الشمس جنوب مغرب
٤٠	١٠٥	= مقدار المسافة
٠٠	١٨٠	
٢٠	٠٧٤	= زاوية مثلث المسافة

ومثل ذلك اذا وجد اتجاه السفينة فى زاوية شمال مشرق واتجاه الشمس فى زاوية شمال مغرب (والحاصل) انه اذا كان اتجاه السفينة واتجاه الشمس يوجدان فى زاوية واحدة فيصير طرحهما من بعضهما والباقى يصير وضعه على زاوية مثلث والمسافة حينئذ تكون أقل من ٩٠ درجة واذا وجدا فى زاويتين متقابلتين أيضا فيصير طرح احدهما من الآخر والباقى يوضع على زاوية مثلث المسافة وتكون المسافة فى هذه الحالة أكثر من ٩٠ درجة واذا وجد اتجاه السفينة فى زاوية شمال مشرق واتجاه الشمس فى زاوية جنوب مشرق فيجمع مقدارهما ويوضع الحاصل جمعهما على زاوية مثلث المسافة ان كان حاصل جمعهما أقل من ٩٠ درجة وان كان أكثر يطرح

من ١٨٠ درجة والباقي يوضع مقداره على زاوية مثلث المسافة وهكذا يصير في باقي الزوايا ومن بعد اجراء عمليات التصحيحات المذكورة يصير استخراج مقدار العرض المطلوب كما تقدم

مثال أول

سنة ١٨٧٤ في يوم ١٥ شهر مايس كان مقدار العرض التقريبي ٣٢ درجة و٥٤ دقيقة شمال والطول ٢٩ درجة و٢٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و٤٦ دقيقة و١٢ ثانية جرى أخذ ارتفاع من الشمس من محيط اسفل فوجد ٥٧ درجة و٣٧ دقيقة و٣٠ ثانية واتجاه الشمس من البوصلة يساوي ٨٠ درجة جنوب مشرق وكان اتجاه السفينة في زاوية شمال مشرق على ٥٠ درجة ومقدار انحراف البوصلة ٥ درجات الى جهة الغرب والسفينة تقطع ١٠ اميال في كل ساعة وفي وقت الساعة ١ و٢٥ دقيقة و٣٠ ثانية صار أخذ ارتفاع من الشمس مرة ثانية فوجد ٦٦ درجة و١١ دقيقة و١٥ ثانية والمطلوب مقدار العرض الصحيح

صورة العمل

٥٠ ٠٠ اتجاه السفينة شمال مشرق

٥ ٠٠ انحراف البوصلة الى الغرب

٤٥ ٠٠ صحيح اتجاه السفينة شمال مشرق

٨٠ ٠٠ اتجاه الشمس جنوب مشرق

٥ ٠٠ انحراف البوصلة غربي

٨٥ ٠٠ صحيح اتجاه الشمس جنوب مشرق

٤٥ ٠٠ صحيح اتجاه السفينة شمال مشرق

١٣٠ ٠٠

١٨٠ ٠٠

٥٠ ٠٠ زاوية مثلث المسافة

مطلوب زمن المسافة بين وقتى الارتفاعين

″	′	ه‍ع	
١٢	٤٦	٠٩	ساعات الارتفاع الاول
٠٠	٠٠	١٢	ساعه
٤٨	١٣	٠٢	الساعات الباقية للزوال
٣٠	٢٥	٠١	ساعات الارتفاع الثانى
١٨	٣٩	٠٣	= مقدار المسافة بين الوقتين
٠٠	٠٠	١٠	السفينة فى كل ساعة تسير ١٠ ميل

من بعد الضرب يوجد الحاصل يساوى ٣٦ ميلا

مطلوب تصحيح ساعات الارتفاع الاول

″	′	ه‍ع	
١٢	٤٦	٠٩	ساعات الارتفاع الاول
٠٠	٠٢	٠٠	زمن فرق الطول شرق
١٢	٤٨	٠٩	ساعات الارتفاع الاول لوانها نظرت فى محل الارتفاع الثانى
٠٠	٠٠	١٢	ساعة
٤٨	١١	٠٢	الساعات الباقية للزوال
٣٠	٢٥	٠١	ساعات الارتفاع الثانى
١٨	٣٧	٠٣	مقدار المسافة بين الوقتين
٣٩	٤٨	٠١	= نصف المسافة

مطلوب تصحيح الميل

″	′	ه‍ع	يوم	
٣٠	٢٥	١	١٥	حساب فلكى محل
٤٠	٥٣	١	٠٠	زمن طول شرق
٥٠	٣١	٢٣	١٤	حساب فلكى غرنويج

″	′	°	
٢٠	٣٩	١٨	ميل فى ١٤ مايس
٣٩	٥٣	١٨	ميل فى ١٥ مايس
١٩	١٤	٠٠	فرق ميل فى ٢٤ ساعة

و بمقتضى ماتقدم فى تصحيحات ميل الشمس يصير استخراج الطرف المجهول وبعد ذلك يصير تصحيح ميل الشمس بوقت الارتفاع الاول وبوقت الارتفاع الثانى فيوجد مقدار ميل الشمس الاول ١٨ درجة و ٥١ دقيقة و ١١ ثانية ومقدار الميل الثانى ١٨ درجة و ٥٣ دقيقة و ٢٣ ثانية مطلوب تصحيح الارتفاعات

″	′	°	″	′	°	
٣٠	٣٧	٥٧	١٥	١١	٦٦	
٥٠	١٥	٠٠	٥٠	١٥	٠٠	نصف قطر الشمس
٢٠	٥٣	٥٧	٠٥	٢٧	٦٦	ارتفاع مركز
٢٤	٤		٢٤	٤		ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
٥٦	٤٨	٥٧	٤١	٢٢	٦٦	ارتفاع ظاهرى
٣٢			٢٢			انعطاف شعاع
٢٤	٤٨	٥٧	١٩	٢٢	٦٦	ارتفاع صحيح
					٩٠	
			٤١	٣٧	٢٣	تمام ارتفاع ثانى

ومن حيث ان المطلوب استخراج العرض فى محل الارتفاع الثانى وكان مقدار المسافة اكثر من ٩٠ درجة يلزم طرح مقدار فرق عرض مثلث المسافة من مقدار الارتفاع الاول

″	′	°	
٣٤	٤٨	٥٧	مقدار الارتفاع الاول الصحيح
٢٤	٢٣	٠٠	مقدار فرق عرض مثلث المسافة
٠٠	٢٥	٥٧	لونظر الارتفاع الاول فى نقطة محل الارتفاع الثانى لكان يوجد مساويا للمقدار المذكور

٠٠ ٠٠ ٩٠

٠٠ ٣٥ ٣٢ تمام ارتفاع أول

مطلوب تصحيح العرض التقريبي

ﺪ ﺮ ﻩ

٠٠ ٤٥ ٣٢ عرض تقريبي شمال

٤٨ ٢٥ ٠٠ فرق عرض شمال

٤٨ ٣٣.١٠ عرض شمال في المحل الثاني

٨٤٢٦١ جيب اعشاري للارتفاع الاول

٩١٦١٣ شرحه للارتفاع الثاني

٠٧٣٥٢ التفاضل

مطلوب تقديم أو تأخير الساعة

٠٧٧٢٩ ر٠ قا عرض ٣٣ درجة و ١٠ دقائق و ٤٨ ثانية

٠٢٤٠٥ ر٠ قا ميل الشمس ١٨ درجة و ٣٥ دقيقة و ٢٣ ثانية

١٠١٣٤ ر٠ ثابت

٣ر٨٦٦٤٠ لوغاريتم عدد التفاضل ٧٣٥٢

٣٤٠٤٨ ر٠ انساب نصف المسافة ساعة واحدة و ٤٨ دقيقة و ٣٩ ثانية

٤ر٣٠٨٢٢ ينظر من لوغاريتم زمن متوسط ينتج

ﺪ ﺮ ﻩ

٢٥ ٢٣ ٠

٣٩ ٤٨ ١ ساعات نصف المسافة

١٤ ٢٥ ١ وقت صحيح

مطلوب غاية ارتفاع الشمس

٣ر٨٣٤٩٨ ينتج لوغاريتم ساعة صحيح الساعة ١ و ٢٥ دقيقة و ١٤ ثانية

١٠١٣٤ ر٠ لوغاريتم ثابت

٣ر٧٣٣٢٣ ينظر من لوغاريتم عدد ينتج

٥٤١٦ عدد صحيح
٩١٦١٣ جيب اعشاري الارتفاع الاكبر
٩٧٠٢٩ مجموع العددين ينظر من جيب اعشاري ينتج
ً ´ ٥
٠٠ ٠٠ ٧٦ غاية ارتفاع الشمس
٩٠ طرح
٠٠ ٠٠ ١٤ تمام ارتفاع
٢٣ ٥٣ ١٨ ميل الشمس الصحيح شمالى
٢٣ ٥٣ ٣٢ = عرض المكان شمال
١٠٩ فى كيفية العمل بقاعدة المثلثات
مطلوب مقدار نصف المسافة بين موقعي الشمس
١٠/٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٩/٩٧٦٠٤٩ جتا ميل أول ١٨ درجة و٥٠ دقيقة و١١ ثانية
٩/٦٥٩٤٥٦ جا نصف ساعات المسافة ١ و٤٨ دقيقة و٣٩ ثانية
١٩/٦٣٥٥٠٥ مجموع الثانى والثالث
١٠/٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر
٩/٦٣٥٥٠٥ ينظر من الجيب ينتج
ً ´ ٥
٤٥ ٣٥ ٢٥ = مقدار نصف المساف
٤٥ ٣٥ ٢٥ مثله ضم
٣٠ ١١ ٥١ = المسافة شه ضه
مطلوب زاوية هـ شه ض
٩/٨٩١٦٧٥ جا المسافة ٥١ درجة و١١ دقيقة و٣٠ ثانية
٩/٩٠٩٧٢٧ جا زمن المسافة ٣ ساعات و٣٧ دقيقة و١٨ ثانية
٩/٩٧٥٩٥٢ جتا ميل ثانى ١٨ درجة و٥٣ دقيقة و٢٣ ثانية
١٩/٨٨٥٦٧٩ مجموع الثانى والثالث

٩٫٨٩١٦٧٥ جا المسافة ١٥ درجة و١١ دقيقة و٣٠ ثانية

٩٫٩٩٤٠٠٤ من بعد الطرح ينظر من الجيب

ﹶ ﹷ ه

٠٠ ٠٠ ٨١ = زاوية ه ش ض

مطلوب زاوية ح ش ض

٤١ ٣٧ ٢٣ تمام ارتفاع ثاني

٠٠ ٣٥ ٣٢ تمام ارتفاع أول

٣٠ ١١ ٥١ المسافة

١١ ٢٤ ١٠٧ المجموع

٠٥ ٤٢ ٥٣ نصف المجموع

٤١ ٣٧ ٢٣ تمام ارتفاع ثاني

٢٤ ٠٤ ٣٠ باقي محفوظ

٠٫٢٦٨٧٩٤ قتا تمام ارتفاع أول

٠٫١٠٨٣٢٥ قتا المسافة

٩٫٩٠٦٢٩٦ جا نصف المجموع

٩٫٦٩٩٩٥٢ جا باقي محفوظ

١٩٫٩٨٣٦٧ المجموع

٩٫٩٩١٦٨٣ نصف المجموع

ينظر من جيب التمام

ﹶ ﹷ ه

٤٠ ١٠ ١١ = نصف الزاوية

٤٥ ١٠ ١١ مثله ضم

٣٠ ٢١ ٢٢ = زاوية ه ش ض

٠٠ ٠٠ ٨١ = زاوية ه ش ض

٣٠ ٣٨ ٥٨ = زاوية ه ش ح

مطلوب تمام العرض

٩٫٧٣٠٥٧٣ جا فضل الدائر

ساعات الارتفاع الاول

ﹶ ﹷ ءه

٤٨ ١١ ٢

٩٫٧٣١٢٠٦ جا تمام ارتفاع

أول ٣٢٫٣٥

٩٫٩٣١٤٢٢ جا زاوية ه ش ح

١٩٫٦٦٢٦٢٨

٩٫٧٣٠٥٧٣ جا فضل الدائر

٩٫٩٢٧٠٥٥ ينظر من الجيب

ﹷ ه

١٥ ٥٧ = تمام العرض

٩٠

٤٥ ٣٢ = عرض المكان شمال

مثال ثاني

سنة ١٧٧٤ في يوم ٢٥ شهر نومبر وجد مقدار عرض البركينة ٣٤ درجة و١٣ دقيقة شمالي وطول محل السفينة ٢٥ درجة و٥٠ دقيقة

دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٣٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و ٣ دقيقة و ٢٦ ثانية جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٢٤ درجة و ٨ دقائق و ١٨ ثانية وكان اتجاه الشمس من البوصلة جنوب مشرق ٢٣ درجة واتجاه السفينة ٧٤ شمال مشرق ومقدار انحراف البوصلة ٨ درجات غربي السفينة تقطع في كل ساعة ٩ أميال وفي وقت الساعة ١ و ٤٨ دقيقة و ٣٠ ثانية من بعد الزوال صار اخذ ارتفاع من الشمس مرة ثانية فوجد ٢٩ درجة و ٢٨ دقيقة و ٢٨ ثانية ومطلوب مقدار العرض الصحيح

صورة العمل

° ′		
٧٤	٠٠	اتجاه السفينة شمال مشرق
٨ ر	٠٠	انحراف البوصلة غربي
٦٦ ر	٠٠	صحيح اتجاه السفينة شمال مشرق

° ′	
٢٣ ر ٠٠	اتجاه الشمس جنوب مشرق
٨ ر ٠٠	انحراف غربي
٣١ ر ٠٠	صحيح اتجاه الشمس جنوب مشرق
٦٦ ر ٠٠	صحيح اتجاه السفينة شمال مشرق
٩٧ ر ٠٠	= مجموع الاتجاهين
١٨٠ ر ٠٠	
٨٣ ر ٠٠	= المسافة

مطلوب زمن المسافه بين وقتي الارتفاعين

ساعه ″ ′	
٩ ر ٣٠ ر ٢٦	ساعات الارتفاع الاول
١٢ ر ٠٠ ر ٠٠	ساعه
٢ ر ٢٩ ر ٣٤	الباقي لوقت الزوال
١ ر ٤٨ ر ٣٠	ساعات الارتفاع الثاني
٤ ر ١٨ ر ٠٤	في ٩ اميال = ٣٩ مقدار الوتر

٣٩

٣٢ ر ٦

١٥ ر ٩

٣٩

٦٦

٤٠ ر ٨

٣٩

٨٣

مطلوب تصحيح الارتفاعين

	اول ″	اول ′	اول °	ثانی ″	ثانی ′	ثانی °
ارتفاع مأخوذ	١٨	٨	٢٤	٢٨	٢٨	٢٩
نصف قطر الشمس	١٥	١٦	٠٠	١٥	١٦	٠٠
ارتفاع مرکز	٣٣	٢٤	٢٤	٤٣	٤٤	٢٩
ارتفاع سفينه	٢٤	٤		٢٤	٤	
ارتفاع ظاهری	٠٩	٢٠	٢٤	١٩	٤٠	٢٩
انعطاف شعاع	٠٠	٢	٠٠	٣٤	١	٠٠
ارتفاع صحيح	٠٩	١٨	٢٤	٤٥	٣٨	٢٩
						٩٠
تمام ارتفاع				١٥	٢١	٦٠

مطلوب تصحيح ميل الشمس

	″	′	عه	يوم
حساب اعتيادی محل	٢٦	٣٠	٩	٢٥
طرح يوم وضم ١٢ ساعه			١٢	١
حساب فلکی محل	٢٦	٣٠	٢١	٢٤
زمن الطول شرق	٢٠	٥٣	١	
حساب فلکی غرنويچ	٠٦	٣٧	١٩	٢٤

	″	′	عه	يوم
حساب فلکی محل	٣٠	٤٨	١	٢٥
زمن الطول	٢٠	٥٣	١	
حساب فلکی غرنويچ	١٠	٥٥	٢٣	٢٤

مطلوب فرق ميل الشمس

″	′	°	
٣٤	٣٥	٢٠	ميل يوم ٢٤ نومبر
٣٨	٤٧	٢٠	« ٢٤ نومبر
٥٤	١١	٠٠	فرق الميل فی ٢٤ ساعه

ويقتضی

و بمقتضى ما تقدم يصير استخراج الطرف المجهول ثم يصحح به ميل الشمس لكل من الارتفاعين فيوجد ميل الشمس الاول الصحيح ٢٠ درجة و ٥٤ دقيقة و ٢٠ ثانية وميل الشمس في وقت الارتفاع الثانى ٢٠ درجة و ٤٧ دقيقة و ٣٠ ثانية جنوب

مطلوب تحويل مقدار الارتفاع الاصغر الى محل الارتفاع الاكبر

°	′	″	
٢٤	١٨	٠٩	ارتفاع أول صحيح
٠٠	٠٤	٤٨	فرق عرض مثلث المسافة
٢٤	٢٢	٥٧	الارتفاع الاول كأنه نظر في محل الثانى
٩٠	٠٠	٠٠	
٦٥	٣٧	٠٣	تمام ارتفاع أول

مطلوب تصحيح ساعات الارتفاع الاول

ساعة	′	″	
٩	٣٠	٢٦	ساعات الارتفاع الاول
٠	٠٢	٣٦	زمن فرق طول مثلث اتجاه السفينة
٠٩	٣٣	٠٢	ساعات الارتفاع الاول كأنها نظرت في محل الثانى
١٢	٠٠	٠٠	
٠٢	٢٦	٥٨	الساعات الباقية للزوال
١	٤٨	٣٠	ساعات الارتفاع الثانى
٤	١٥	٢٨	يساوى زمن المسافة
٢	٠٧	٤٤	نصف زمن المسافة

مطلوب مقدار المسافة بين موقعى الشمسين

١٠٫٠٠٠٠٠٠	جا نصف القطر
٩٫٩٧٠٨٦٢	جتا ميل أول ٢٠ درجة و ٥٤ دقيقة و ٢٠ ثانية
٩٫٧٢٣٤٠٠	جا نصف المسافة الساعة ٢ و ٧ دقائق و ٤٤ ثانية
١٩٫٦٩٤٢٦٢	مجموع الثانى والثالث

٠٠٠٠٠ ر١٠ جانصف القطر

٩ر٦٩٤٢٦٢٠ جا نظر =

ﹶ ﹶ ه

٣٠ ٣٨ ٢٩ نصف المسافة

٣٠ ٣٨ ٢٩ ضم مثله

٠٠ ١٧ ٥٩ = المسافة

مطلوب الزاوية هو شه ضه

٩ر٩٣٤٣٤٩ جا المسافة ٥٩ درجة و ١٧ دقيقة

٩ر٩٥٣١٦٦ جا مسافة زمنى ٤ ساعات و ١٥ دقيقة و ٢٨ ثانية

٩ر٩٧٠٧٥٥ جتا ميل ثانى

١٩ر٩٢٣٩٢١ مجموع الثانى والثالث

٩ر٩٣٤٣٤٩ جا المسافة ٧

٩ر٩٨٩٥٧٢ جا نظر =

ﹶ ﹶ ه

٤٠ ٢٩ ٠٧٧

٠٠ ٠٠ ١٨٠

١٥ ٣٠ ١٠٢ = زاوية هـ شه ضه

مطلوب زاوية ح شه ضه

ﹶ ﹶ ه

١٥ ٢١ ٠٦٠ تمام ارتفاع ثانى

٠٣ ٢٧ ٦٥ تمام ارتفاع أول

٠٠ ١٧ ٥٩ مقدار المسافة

٢٨ ١٥ ١٨٥ الحاصل

٣٩ ٣٧ ٠٩٢ نصف الحاصل

١٥ ٢١ ٦٠ تمام ارتفاع ثانى

٢٤ ١٦ ٣٢ باقى محفوظ

٠ر٠٤٠٥٧٥ قتا تمام ارتفاع أول

٠ر٠٦٥٦٥١ قتا المسافة

٩ر٩٩٩٥٤٣ جا نصيف

٩ر٧٢٧٥٢٨ جا باقى محفوظ

١٩ر٨٣٣٢٩٧ المجموع

٩ر٩١٦٦٤٨ نصف المجموع من جيب التمام

ﹶ ﹶ ه

٣٠ ٢٢ ٣٤ = نصف الزاوية

٣٠ ٢٢ ٣٤ ضم مثله

٠٠ ٤٥ ٠٦٨ = زاوية ح شه ضه

١٥ ٣٠ ١٠٢ = زاوية هـ شه ضه

١٤ ٤٥ ٠٣٣ = زاوية ح شه هـ

مطلوب العرض

٩ر٩٥٣١٦٦ جاز من المسافة

ﹶ ﹶ ه

٢٨ ١٥ ٤

٩٫٩٥٩٤٣٠ جا تمام ارتفاع أول ٥٠٦ درجة و ٣٧ دقيقة و ٣٠ ثانية
٩٫٧٤٤٧٨٦ جا زاوية ح شـ هـ ٣٣ درجة و ٥١ دقيقة و ٥٤ ثانية

١٩٫٧٠٤٢١١ مجموع الثاني والثالث
٩٫٩٥٣١٦٦ جا زمن المسافة

٩٫٧٥١٠٤٥ جتا نظر

٤٥ ١٨ ٣٤ = عرض المكان شمالي في محل الارتفاع الاول

تنبيه

متى كان تمام ميل الشمس أكثر من ٩٠ درجة وأريد استخراج الزاوية هـ شـ ضـ فالناتج من خانة الجيب كما صار في العملية السابقة يصير مساويا لمقدار الزاوية المتممة لها ولذلك يلزم طرح الدرج والدقائق الناتج من خانة الجيب من ١٨٠ درجة والباقي يكون مساويا لمقدار الزاوية هـ شـ ضـ المطلوبة

مثال ثالث

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢١ شهر مارت أعني ان ميل الشمس يكون مساويا للصفر درجة وكان مقدار عرض المركبة و ٥٥ دقيقة شمالي وطول موقع السفينة ٢٦ درجة و ٤٠ دقيقة شرق ارتفاع السفينة ٣٠ قدما وفي وقت الساعة ٩ و ٢٧ دقيقة و ٤٠ ثانية قبل الزوال جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٣٨ درجة و ٤٥ دقيقة و ٠٨ ثواني وكان اتجاه الشمس من البوصلة جنوب شرق ١٠ درجات واتجاه السفينة ٥٠ درجة جنوب مغرب وانحراف البوصلة ٢ درجة غربي وكان سير السفينة في كل ساعة ١٠ أميال وفي وقت الساعة واحدة و ٥٠ دقيقة و ٣٠ ثانية بعد الزوال صار أخذ ارتفاع الشمس مرة ثانية فوجد ٤٠ درجة و ٥٨ دقيقة و ١٥ ثانية ومطلوب العرض في محل الارتفاع الاكبر صورة العمل

٥٠ بروة سفينة جنوب مغرب
٠٢ انحراف غربي

٤٨ صحيح اتجاه سفينة جنوب مغرب

١٠	اتجاه الشمس جنوب مشرق	
٠٢	انحراف غربي	
١٢	صحيح اتجاه الشمس جنوب مشرق	
٤٨	اتجاه السفينة جنوب مشرق	
٦٠	مقدار المسافة	

مطلوب زمن المسافة بين وقتي الارتفاعين

″	′	°	
٤٠	٣٧	٠٩	ساعات ارتفاع اول
٠٠	٠٠	١٢	
٢٠	٣٢	٠٢	الباقي للزوال
٣٠	٥٠	١	ساعات الارتفاع الثاني
٥٠	٢٢	٤	زمن المسافة في ١٠ أميال =٤٣ مقدار الوتر

٥

٦٠

٢١٫٥

٤٨

٤٣ — ٣٨٫٨ — ٣٢٫٠ — ٣٩

مطلوب تصحيح الارتفاع

أول ″	أول ′	أول °	ثاني ″	ثاني ′	ثاني °	
٠٨	٥٤	٣٨	٥١	٥٨	٤٥	ارتفاع ماخوذ
٠٤	١٦	٠٠	٠٤	١٦	٠٠	نصف القطر
١٢	١٠	٣٩	٥٥	١٤	٤٦	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	٣٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٤٨	٠٥	٣٩	٣١	١٠	٤٦	ارتفاع ظاهري
٠٥	٠١	٠٠	٥٠	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع
٤٣	٠٤	٣٩	٤١	٠٩	٤٦	ارتفاع صحيح
			٠٠	٠٠	٩٠	
			١٩	٥٠	٤٣	تمام ارتفاع ثاني

مطلوب

مطلوب تحويل الارتفاع الاول الى محل الارتفاع الثانى

ً	َ	°	
٤٣	٤ ٠	٣٩	ارتفاع أول
٣٠	٢١	٠ ٠	فرق عرض مثلث المسافة
١٣	٤٣	٣٨	ارتفاع أول كانه نظر فى محل الارتفاع الثانى
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٧	١٦	٥١	تمام ارتفاع أول

حيث ان ميل الشمس يساوى صفر درجة فتكون الشمس على خط الاستواء و زمن المسافة الواقعة بين موقع الشمس ودائرة نصف نهار المكان يكون مساويا لمقدار ساعات الارتفاع الثانى وحينئذ يؤخذ جيب تمام ساعات الارتفاع الثانى وتطرح من جيب تمام الارتفاع الثانى و ينظر على الباقى من جيب التمام ينتج مقدار العرض المطلوب هكذا

٩٫٨٥٨١٢٠ جا ارتفاع ثانى ٤٦ درجة و ٩ دقائق و ٤١ ثانية

٩٫٩٤٧٤٣٤ جتا ١ ساعة و ٠٥ دقيقة و ٣٠ ثانية

٩٫٩١٠٦٨٦ جتا نظر

ً	َ	°	
٠٠	٣٠	٣٥	= عرض المكان فى محل الارتفاع الثانى
٤٨	٢٨	٠٠	فرق عرض مثلث اتجاه السفينة
٥٨٫٤٨		٣٥	عرض محل الارتفاع الاول

١١٠ فى بيان ساعة الطول أى ساعة القورنومتر

ساعة الطول هى ساعة محكمة الصناعة ومضبوطة الحركة وهى مركبة على بندول معتدل مركب من معدنين مختلفين أحدهما من معدن النحاس الاحمر والثانى معدنه من الحديد الجيد الصلب ومن المعلوم أن معدن النحاس يكون قابلا للتمدد والانضمار زيادة عن معدن الحديد الصلب وانه من قبل وضع هذا البندول فى الساعة قد صار وضعه فى درجة الحرارة مدة من الزمن ثم وضع فى درجة البرودة مدة أخرى وبهذا السبب لا يصير تأثير

البرودة ولا الحرارة فى حركة الساعة الاشيأ يسيرا ثم ان الساعة المذكورة يوجد فى مركزها عقرب للساعات وعقرب للدقائق كسائر الساعات وأما عقرب الثوانى فيكون منفردا فى دائرة وفى كل ثانية يوجد له ضربتان احداهما على راس كل ثانية والثانية فى وسط كل ثانيتين ويوجد ايضا فى الساعة المذكورة عقرب آخر يعلم منه مقدار الساعات والايام التى تمضى من وقت تدويرها الى الوقت الذى تنظر فيه وقد يوجد فى بعض الساعات مقدار زمن ٤٨ ساعة أو ٥٤ ساعة أو ٦٥ ساعة أو تكون مدة زمانها ثمانية أيام وذلك على حسب طول الجنزير الموجود بها وقد يصير تدوير الساعة المذكورة على حسب مدة ساعاتها المعلومة من العقرب المتقدم ذكره والاحسن أن يصير تدويرها فى كل ٢٤ ساعة ويكون المدور لها شخصا معتادا على تدوير الساعات بالترتيب بحيث لا يصير مستعجلا فى التدوير ولا متأنيا بالكلية بل يكون التدوير فى حالة متوسطة وبهذا يصير الاعتماد على تدوير الساعة المذكورة وهذه الساعة تكون دائرة على وقت نصف نهار يوم متوسط بالنسبة للمكان المعتبر مبدأ طول ويصير وضعها فى مكان يكون خاليا عن الحركة والارتجاج الذى يحصل لسفائن البحار الناشئة من تحرك السكينة ولا يصير ربط الساعة المذكورة بالمسامير التى توجد بها فى أثناء السفر

وحيث كانت هذه الساعة دائرة على وقت متوسط نصف نهار البلد المعتبر مبدأ طول فحينئذ لا يختلف زمنها عن زمن الساعات التى توجد فى المكان المذكور الا بقدر تعديل الزمن المعلوم فى كتاب معرفة الازمان ويكون اختلاف زمنها عن زمن الساعات التى توجد فى الاماكن التى تكون فى جهة مشرق أو مغرب خط نصف النهار المعتبر مبدأ طول بقدر زمن التعديل وزمن مقدار الطول الكائن بين الاماكن المذكورة ونصف نهار البلد المعتبر مبدأ طول وحيث كان المعتبر فى وقتنا هذا ان مبدأ الطول بالنسبة لاهالى انكلترة مدينة غرنويج وبالنسبة لاهل فرانسا مدينة باريز فالساعة المذكورة اما ان تكون دائرة على وقت نصف نهار غرنويج المتوسط أو على وقت نصف نهار باريز ولذلك اذا صار مقابلة زمن

الساعة المذكورة بعد التصحيح بزمن ساعة مضبوطة بالنسبة لاوقات المكان فيكون الفرق الذى يوجد بين زمانيهما هو مقدار الطول ولزيادة التوضيح ذكرنا هذه الامثلة الآتية

مثال أول

زمن ساعة الطول بمدينة غرنويج يساوى ٣ ساعات و٢٤ دقيقة و ٣٠ ثانية والمطلوب معرفة وقت زمن الساعة المعتادة فى البلد المذكورة فى يوم ١٥ شهر يوليو سنة ١٨٧٤

مثال آخر

״	׳	°	
٣٠	٢٤	٣	وقت متوسط غرنويج طرح
٣٨	٠٥	٠	مقدار تعديل الزمن طرح
٥٢	١٨	٣	= زمن الساعة المعتادة

زمن ساعة الطول بمدينة غرنويج يساوى ٤ ساعات و٣٠ دقيقة و٤٠ ثانية والمطلوب وقت زمن الساعة المعتادة فى مدينة سكندرية فى يوم ١٠ شهر ابريل سنة ١٨٧٤

״	׳	°	
٤٠	٣٠	٠٤	وقت متوسط غرنويج طرح
١٨	٠١	٠٠	مقدار تعديل الزمن طرح
٢٢	٢٩	٠٤	وقت حقيقى غرنويج
٣٢	٥٩	٠١	زمن الطول شرق يضم
٥٤	٢٨	٠٦	زمن الساعة المعتادة بسكندريه

وبمقتضى عملية المثال الثانى اذا كانت ساعة الطول واقفة واريد تدويرها على ساعة معتادة تكون مضبوطة فيصير تحويل الوقت الذى تكون ساعة الطول واقفة عليه الى وقت الساعة المعتادة ومتى وجد هذا الوقت بالساعة المعتادة يصير تدوير ساعة الطول المذكورة

١١١ فى كيفية تصحيح ساعة الطول

طريق ذلك ان يؤخذ ارتفاع من الشمس قبل الزوال أو بعده بحيث يكون الوقت الذى يؤخذ فيه الارتفاع متوسطا بين شروق الشمس والظهر أو غروب الشمس والظهر ولا يصير أخذ ارتفاع الشمس وهى قريبة من الافق لانه يحصل زيادة انعطاف الشمس وزيادة اختلاف المنظر ولا يصير أخذ الارتفاع قريبا من الزوال لان حركة الشمس تكون بطيئة جدا و يحصل عدم صحة العمل فى الوقتين المذكورين وعند أخذ الارتفاع يصير تعداد ساعات ودقائق وثوانى ساعة الطول ثم يصير تصحيح ميل الشمس بوقت ساعة الطول وبواسطة ميل الشمس والعرض والارتفاع الذى يؤخذ ويحول الى الارتفاع الصحيح يصير استخراج زمن فضل الدائر كما تقدم فاذا كان الارتفاع المأخوذ قبل الزوال فيصير طرح زمن فضل الدائر من مقدار ٢٤ ساعة والناتج يضم عليه تعديل الزمن أو يطرح منه بحسب ما يوجد فى كتاب معرفة الازمان ثم يصير تحويل مقدار طول المكان الى ساعات زمانية فان كان جنس الطول شرقيا يطرح من زمن الساعات الموجودة وان كان جنس الطول غربيا يضم والناتج يكون وقتا متوسطا صحيحا بالبلد المعتبر مبدأ طول ثم يصير وضع زمن الساعة المعلومة تحته و يطرح الاقل من الاكثر والناتج يكون هو الفرق بين الوقت الصحيح والوقت الغير الصحيح و بهذا يعلم مقدار تأخير الساعة أو تقديمها فى اليوم المعلوم

مثال أول

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ شهر مايس عرض سكندريه شمالى ٣١ درجة و ١١ دقيقة والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وكانت ساعة الطول وقت أخذ ارتفاع الشمس ٦ ساعات و ٢٦ دقيقة و ٤٠ ثانية وارتفاع الشمس من المحيط الاسفل ٤١ درجة و ٦ دقائق و ١٧ ثانية والمطلوب مقدار تقديم الساعة أو تأخيرها عن الوقت الصحيح

صورة العمل

ثا	د	س	يوم	
٤٠	٢٦	٠٦	١٥	حساب اعتبادی
٠٠	٠٠	١٢	٠١	طرح يوم وضع ١٢ ساعه
٤٠	٢٦	١٨	١٤	وقت فلكی غرنويج

مطلوب فرق ميل

٢٠	٣٩	١٨	ميل الشمس فی ١٤ مايس
٣٩	٥٣	١٨	شرحه فی ١٥
١٩	١٤	٠٠	فرق الميل فی ٢٤ ساعة

١٤٢٢ر٠ انساب فلكی غرنويج
٠٩٩٤٣ر١ انساب فرق ميل
٢١٣٦٥ر١ انساب طرف ثانی

	١١	٠٠	
٢٠	٣٩	١٨	ميل الشمس فی ١٤ مايس
٠٠	١١	٠٠	طرف ثانی
٢٠	٥٠	١٨	ميل صحيح شمال
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٠	٠٩	٧١	تمام ميل

مطلوب تمام عرض

١١	٣١	عرض شمال
٠٠	٩٠	
٤٩	٥٨	تمام عرض

مطلوب ارتفاع صحيح

ثا	د	س	
١٧	٠٦	٤١	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
٥١	١٥	٠٠	نصف قطر الشمس
٠٨	٢٢	٤١	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
٤٤	١٧	٤١	ارتفاع ظاهری
٠٠	٠١	٠٠	انعطاف شعاع
٤٤	١٦	٤١	ارتفاع صحيح
٠٠	٠٠	٩٠	
١٦	٤٣	٤٨	تمام ارتفاع

مطلوب فضل الدائر

ثا	د	س	
١٦	٤٣	٤٨	تمام ارتفاع
٠٠	٤٩	٥٨	تمام عرض
٤٠	٠٩	٧١	تمام ميل
٥٦	٤١	١٧٨	الحاصل
٥٨	٢٠	٠٨٩	نصف الحاصل
١٦	٤٣	٠٤٨	تمام ارتفاع
٤٢	٣٧	٠٤٠	باقی محفوظ

٠٦٧٧٧٢ر٠ قتا تمام عرض
٠٢٣٩٠٨ر٠ قتا تمام ميل
٩٩٩٩٧٢ر٩ جا نصف الحاصل
٨١٣٦٨٨ر٩ جا باقی محفوظ
٩٠٥٣٤٠ر١٩ الحاصل

٩٫٩٩٥٢٦٧٠			جتا نظر =
٥	/	//	
٠٤	٤٥	١	= نصف الزاوية
٠٤	٤٥	١	ضم مثله
٠٨	٣٠	٣	فضل الدائر
٠٠	٠٠	٢٤	
٥٢	٢٩	٢٠	وقت صحيح محل
٥٣	٠٣	٠٠	تعديل زمن

٥٩	٢٥	٢٠	وقت متوسط محل
٣٢	٥٩	٠١	زمن الطول شرق
٢٧	٢٦	١٨	وقت متوسط غرنويج صحيح
٤٠	٢٦	١٨	وقت متوسط قورنومتر
١٣	٠٠	٠٠	تقديم الساعة

مثال ثاني

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٣ شهر سبتمبر أعني ان ميل الشمس يساوي صفر درجة وعرض المحروسه يساوي ٣٠ درجة و٢ دقيقة و٤ ثواني وطول محل المحروسة و٣١ درجة و١٥ دقيقة و١٢ ثانية شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ٧ و٣٧ دقيقة و٣٠ ثانية من ساعة الطول جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٤٤ درجة و٣٧ دقيقة و ٤٥ ثانية والمطلوب تقديم أو تأخير ساعة القورنومتر

صورة العمل

مطلوب تصحيح الارتفاع

//	/	٥	
٤٥	٣٧	٤٤	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
٥٩	١٥	٠٠	نصف قطر
٤٤	٥٣	٤٤	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة ٢٠ قدما
٢٠	٤٩	٤٤	ارتفاع ظاهري
٥٣	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع

٢٧	٤٨	٤٤	ارتفاع صحيح
٠٠	٠٠	٩٠	
٣٣	١١	٤٥	تمام ارتفاع
٥٦	٥٧	٥٩	تمام عرض
٠٠	٠٠	٩٠	تمام ميل حيث ان الميل صفر فيكون تمامه ٩٠ درجة
٢٩	٠٩	١٩٥	الحاصل
٤٤	٣٤	٩٧	نصف الحاصل
٣٣	١١	٤٥	تمام ارتفاع

١١ ٢٣ ٥٢ باقى محفوظ
٠٫٠٦٢٦١٥ قتا تمام عرض
٠٫٠٠٠٠٠٠ قتا تمام ميل
٩٫٩٩٦١٨٩ جا نصف الحاصل
٩٫٨٩٨٨١١ جا باقى محفوظ

١٩٫٩٥٧٦١٥ الحاصل
٩٫٩٧٨٨٠٧ نصف الحاصل من تمام الجيب =

°	′	″	
١	١١	١	نصف الزاويه
٠١	١١	١	ضم مثله
٠٢	٢٢	٠٢	
٠٠	٠٠	٢٤	

٥٨ ٣٧ ٢١ فضل الدائر
٣٥ ٠٧ ٠٠ تعديل الزمن

٠٠ ٢٣ ٣٠ ٢١
٤٨ ٠٠ ٠٥ ٠٢ = زمن الطول

١٢ ٢٢ ٢٥ ١٩ وقت متوسط غرنويج
٠٠ ٢٠ ٣٧ ١٩ وقت متوسط قرونومتر

٤٨ ٥٧ ١١ ٠ تقديم الساعة

طريق آخر فى تصحيح ساعة الطول بواسطة الارتفاعات المتناظرة

١١٢ يؤخذ ارتفاع الشمس قبل الزوال وينظر الى وقت ساعة الطول ويحفظ مقدارهما ثم ينتظر الراصد من بعد الزوال الى ارتفاع الشمس ومتى وجد مساويا للارتفاع المأخوذ قبل الزوال ينظر الى ساعة الطول ثم يصير تحريرهما تحت بعض ويضم مقدار ساعات الارتفاع الاول على مقدار ساعات الارتفاع المنظور من بعد الزوال بعد ضم ١٢ ساعة على ساعاته وهذا اذا وجد ساعات الطول التى نظرت من بعد الزوال قد مضى وقت زوالها وأما اذا وجد وقتها قبل الزوال فلا يلزم ضم ١٢ ساعة على الوقت المذكور وبعد الجمع يؤخذ النصف فيصير مقدار ذلك النصف مساويا لوقت زوال ساعة الطول ثم يطرح ساعات الارتفاع الاول من وقت ساعات الارتفاع الذى أخذ بعد الزوال والباقى يكون مقدار المسافة الواقعة بين وقتى الارتفاعين وأما اذا صار أخذ جملة ارتفاعات قبل الزوال وتحرير مقدار زمن الساعة لكل ارتفاع ثم انتظر الراصد تلك الارتفاعات من بعد

الزوال وكلما وجد ارتفاع مساويا لنظيره يصير النظر الى ساعة الطول
و يؤخذ وفقها و هكذا حتى تنتهى الارتفاعات المذكورة ثم يصير جمع
الاوقات المنظورة قبل الزوال والساعات المنظورة بعد الزوال و يؤخذ
متوسط كل منهما و يصير استخراج زوال ساعة الطول والمسافة كما تقدم
وبعد هذا يؤخذ طول الشمس من كتاب معرفة الازمان و يصير تقسيمه
على مقدار ٣٠ درجة التى هى مقدار درج كل برج فينتج عدد البروج
والكسور التى تبقى من درج المقسوم فتؤخذ مع عدد البروج من جداول
٣٧ الموجودة فى اللوغاريتم المحرر عليها قسم أول وقسم ثانى و يؤخذ
مقدار المسافة بين الوقتين و يقابل بها من الخانة التى توجد تحت اسم
البرج مع كسور الدرج والناتج من جدول قسم أول يوجد ثوانى فيؤخذ
بعلامته ان كانت علامته + أو − وكذلك تؤخذ ساعات المسافة
من جداول قسم ثانى تحت الخانة المأخوذ فيها أعداد قسم أول وتؤخذ
أيضا بعلامتها الموجودة و بعد هذا يصير استخراج ظل مقدار عرض المكان
وانساب أعداد قسم أول من انساب العدد و يصير جمعهما و بعد طرح
العشرات ينظر على الباقى من جدول انساب الاعداد و يؤخذ العدد الصحيح
المقابل للانساب المذكورة ويوضع له علامة أعداد القسم الاول ثم
يوضع تحته أعداد قسم ثانى بعلامته فان كانا متحدين فى العلامة يصير جمعهما
وان كانا مختلفين فى العلامة يصير طرحهما من بعضهما ويوضع للباقى علامة
الاكبر منهما ثم يصير وضع هذا المقدار الذى هو ثوانى وعدد اعشارى
تحت ساعات ودقائق زوال ساعة الطول و يضم أو يطرح بموجب علامته
والناتج يكون مساويا بالوقت صحيح زوال ساعة الطول ثم يصير وضع ١٢
ساعة وقت زوال المحل ويوضع تحتها مقدار تعديل الزمن و يطرح أو يضم
حسب علامة الجدول و بعد تحويل الطول الى وقت زمنى يصير طرحه ان
كان الطول شرقيا و يضم ان كان غربيا والناتج يكون وقت زوال
غرنويج الصحيح ثم يوضع تحته زوال ساعة الطول و يطرح الاصغر من الاكبر
والناتج من بعد الطرح يكون هو تأخيرا أو تقديم ساعة الطول المذكورة

مثال أول

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٦ شهر أوكتوبر بعرض سكندرية ٣١ درجة و١٠ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج والمطلوب تصحيح ساعة القورنومتر بواسطة الارتفاعات المتناظرة المأخوذة قبل وبعد الزوال بأوقات ساعة القورنومتر المقابلة لكل ارتفاع كما في المثال الآتي

ساعات بعد الزوال			ساعات قبل الزوال				ارتفاعات على الافق الصناعي			
ث	ق		ث	ق	د	س	ث	ق	د	ع
٦٥	٢٠		٧	٦	٠١	٥	٠٠	١٣	٣٨	
٦٥	٤٠		٧	٧	٠٦	٥	٠٠	١٢	٣٢	٠
٦٦	٠٠		٧	٨	١٠	٥	٠٠	١١	٢٧	٠
٦٦	٢٠	مجموع	٧	٩	١٦	٥	٠٠	١٠	٢٢	٠

٠ر٥٩ر٤٧ر٠٠ المجموع ٢٨ر٣٠ر٣٥ر٠ ٢٦٣ر٢٠ الارتفاعات

٧ر٥٩ر١١ر٠٠ ربع المجموع ٧ر٣٨ر٠٧ر٠٧ ٦٥ر٥٠ ربع المجموع

مطلوب وقت تقريبي ساعة القورنومتر

س	د	ق	ث	
٨	٣٨	٠٧	٠٧	ساعات قبل الزوال
٧	٥٩	١١	٠٠	ساعة بعد الزوال + ١٢ ساعة
٤	٣٨	١٩	١٩	المجموع
٢	٤٩	٣٩	٠٩	نصف المجموع = وقت تقريبي زوال قورنومتر

مطلوب مقدار المسافة بين وقتي الارتفاعين

ع	د	ق	ث	
٠٧	٣٨	٠٧	٠٧	ساعات قبل الزوال
٠٧	٥٩	١١	١٢	ساعات بعد الزوال
٠٠	٢١	٠٤	٠٥	= مقدار المسافة

°	′	″	
١٠	٥٥	٢١٢	طول الشمس في ٢٦ شهر اوكتوبر

١٠ ٥٥ ٢١٢ | ٣٠

٢١٠ | ٧ عدد البروج

٠٠٢

ويؤخذ من جدول ٣٧ الموجود باللوغاريتم مقدار المسافة التي هي خمسة ساعات و٤ دقائق و٥١ ثانية من يمين الجدول المذكور من أعداد البرج السابع من تحت ٥ دقائق تجد ١٣ ثانية و٧٧ من مائة في القسم الأول وعلامته + ثم يؤخذ مقدار المسافة أيضا من جدول قسم ثاني من تحت برج سابع في خانة الخمسة دقائق تجد ٢ ثانية و٥٦ من مائة وعلامته +

مطلوب مقدار التصليح

٩٫٧٨١٩١٦ انساب مماس عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

١٫١٣٨٩٣٤ انساب عدد قسم أول ٧٧ من مائة و١٣ ثانية

١٠٫٩٢٠٨٥٠ المجموع

١٠٫٠٠٠٠٠٠

٠٫٩٢٠٨٥٠ يقطر من انساب العدد =

٣٣ ٠٨ + بعلامة قسم أول

٥٦ ٠٢ + أعداد قسم ثاني

٨٩ ١٠ + = مقدار التصليح

مطلوب صحيح وقت زوال ساعة القورنومتر

ع	د	ث	ثا	
٩	٣٩	٤٩	٠٢	
		١٠	٨٩	مقدار التصليح
				يضم
٩	٣٩	٥٩	٩١	صحيح زوال قورنومتر

مطلوب وقت زوال غرنويج

ع	د	ث	ثا	
١٢	٠٠	٠٠	٠٠	زوال سكندرية
٠٠	١٥	٥٦	٠٠	تعديل الزمن طرح

١١	٤٤	٠٤	٠٠	وقت متوسط سكندرية
٠١	٥٩	٣٢	٠٠	زمن الطول شرق
٠٩	٤٤	٣٢	٠٠	زوال غرنويج
٠٩	٣٩	٥٩	٩١	زوال قورنومتر الصحيح
٠٠	٠٤	٣٢	٠٩	= مقدار تأخير الساعة

قاعدة أخرى

في تصحيح ساعة الطول بواسطة الجدول الآتي

غرة ب	غرة أ	ساعات المسافة
		س د
١ر٩٧٩٩١	١ر٩٧١٤٨	٠١ر ٣٠
١ر٩٨١٢٣	١ر٩٧٠٨٢	٠١ر ٤٠
١ر٩٨٢٧٢	١ر٩٧٠٠٩	٠١ر ٥٠
١ر٩٨٤٣٥	١ر٩٦٩٣٠	٠٢ر ٠٠
١ر٩٨٦١٤	١ر٩٦٨٤٣	٠٢ر ١٠
١ر٩٨٨٠٨	١ر٩٦٧٥٠	٠٢ر ٢٠
١ر٩٩٠١٧	١ر٩٦٦٤٩	٠٢ر ٣٠
١ر٩٩٢٤٣	١ر٩٦٥٤١	٠٢ر ٤٠
١ر٩٩٤٨٤	١ر٩٦٤٢٦	٠٢ر ٥٠
١ر٩٩٧٤٣	١ر٩٦٣٠٥	٠٣ر ٠٠
٢ر٠٠٠١٩	١ر٩٦١٧٦	٠٣ر ١٠
٢ر٠٠٣١٢	١ر٩٦٠٤٠	٠٣ر ٢٠
٢ر٠٠٦٢٣	١ر٩٥٨٩٧	٠٣ر ٣٠
٢ر٠٠٩٥٤	١ر٩٥٧٤٧	٠٣ر ٤٠
٢ر٠١٣٠٣	١ر٩٥٥٨٩	٠٣ر ٥٠
٢ر٠١٦٧١	١ر٩٥٤٢٤	٠٤ر ٠٠
٢ر٠٢٠٦٠	١ر٩٥٢٥٢	٠٤ر ١٠
٢ر٠٢٤٧٠	١ر٩٥٠٧٣	٠٤ر ٢٠
٢ر٠٢٩٠١	١ر٩٤٨٨٦	٠٤ر ٣٠
٢ر٠٣٣٥٦	١ر٩٤٦٩٢	٠٤ر ٤٠
٢ر٠٣٨٣٣	١ر٩٤٤٩٠	٠٤ر ٥٠
٢ر٠٤٣٣٤	١ر٩٤٢٨١	٠٥ر ٠٠
٢ر٠٤٨٦١	١ر٩٤٠٦٤	٠٥ر ١٠
٢ر٠٥٤١٤	١ر٩٣٨٤٠	٠٥ر ٢٠
٢ر٠٥٩٩٦	١ر٩٣٦٠٨	٠٥ر ٣٠

نمرة ب	نمرة ا	ساعات المسافة
٢ر٠٦٦٠٥	١ر٩٣٣٦٨	٠٥ر ٤٠
٢ر٠٧٢٤٦	١ر٩٣١٢٢	٠٥ر ٥٠
٢ر٠٧٩١٨	١ر٩٢٨٦٦	٠٦ر ٠٠
٢ر٠٨٦٢٤	١ر٩٢٦٠٤	٠٦ر ١٠
٣ر٠٩٣٦٥	١ر٩٢٣٣٣	٠٦ر ٢٠
٢ر١٠١٤٣	١ر٩٢٠٥٤	٠٦ر ٣٠
٢ر١٠٩٦١	١ر٩١٧٦٧	٠٦ر ٤٠
٢ر١١٨٢١	١ر٩١٤٧٣	٠٦ر ٥٠
٢ر١٢٧٢٥	١ر٩١١٧٠	٠٧ر ٠٠
٢ر١٣٦٧٨	١ر٩٠٨٥٩	٠٧ر ١٠
٢ر١٤٦٨٠	١ر٩٠٥٣٩	٠٧ر ٢٠
٢ر١٥٧٣٨	١ر٩٠٢١٢	٠٧ر ٣٠
٢ر١٦٨٥٤	١ر٨٩٨٧٦	٠٧ر ٤٠
٢ر١٨٠٣٣	١ر٨٩٥٣١	٠٧ر ٥٠
٢ر١٩٢٨٠	١ر٨٩١٧٧	٠٨ر ٠٠
٢ر٢٠٦٠٢	١ر٨٨٨١٥	٠٨ر ١٠
٢ر٢٢٠٠٣	١ر٨٨٤٤٤	٠٨ر ٢٠
٢ر٢٣٤٩٣	١ر٨٨٠٦٤	٠٨ر ٣٠
٢ر٢٥٠٨١	١ر٨٧٦٧٦	٠٨ر ٤٠
٢ر٢٦٧٧٥	١ر٨٧٢٧٨	٠٨ر ٥٠
٢ر٢٨٥٨٧	١ر٨٦٨٧٠	٠٩ر ٠٠
٢ر٣٠٥٣١	١ر٨٦٤٥٤	٠٩ر ١٠
٢ر٣٢٦٢٣	١ر٨٦٠٢٩	٠٩ر ٢٠
٢ر٣٤٨٨٢	١ر٨٥٥٩٣	٠٩ر ٣٠
٢ر٣٧٣٢٤	١ر٨٥١٤٨	٠٩ر ٤٠

وطريق العمل بواسطة الجدول المذكوران يصير تحويل وقت زوال المحل الى وقت زوال غرنويج بالوقت المتوسط أعني انه يصير طرح أوضم زمن التعديل على وقت زوال المحل بحسب ما يوجد من العلامة في جداول معرفة الازمان والحاصل أو الباقي يكون وقتا متوسطا لجعل العمل ثم يطرح زمن الطول ان كان شرقيا ويضم ان كان غربيا والناتج يكون وقت غرنويج ثم يصير استخراج المسافة بين وقتي الارتفاعين ويؤخذ نصف ذلك الزمن ويحفظ وبعد هذا يصير تصحيح ميل الشمس بواسطة وقت غرنويج المتقدم ذكره وكذلك بواسطة فرق ميل الشمس وبعد هذا يؤخذ من الجدول تحت نمرة (أ) وتحت نمرة (ب) مقدار انساب المسافة المعلومة ثم يؤخذ تمام مماس العرض ويوضع تحت أعداد جدول (أ) ويؤخذ تمام مماس ميل الشمس الصحيح ويوضع تحت أعداد جدول (ب) ثم يؤخذ انساب فرق ميل الشمس ويوضع تحت كل منهما ثم يصير جمع الانساب التي تحت حرف (ب) التي تحت حرف (أ) ويبحث عن مقدار كل منهما من جدول انساب فرق ميل الشمس والذي ينتج يوضع تحت كل واحد منهما ثم ينظر الى جنس العرض وجنس ميل الشمس فان كان ميل الشمس يأخذ في التناقص ومن جنس العرض فيوضع علامة + لناتج انساب حرف (أ) وان كان ميل الشمس يأخذ في التزايد ويكون مخالفا لجنس عرض المكان فيوضع له علامة (ــ) وأما الناتج من انساب الاعداد التي توجد تحت حرف (ب) ينظر أيضا فان كان الميل يأخذ في التناقص يوضع له علامة ــ وان كان ميل الشمس المذكور يأخذ في التزايد يوضع له علامة + ثم يصير وضع ناتج أعداد حرف (ب) تحت ناتج الاعداد التي تحت حرف (أ) وينظر لجنس علامتيهما فان كانا متحدين في العلامة يصير جمعهما وان كانا مختلفي العلامة يصير طرح أحدهما من الآخر ويوضع للباقي علامة العدد الاكبر والباقي أو الحاصل هو مقدار تعديل الزمن الكائن بين وقتي الارتفاعين المأخوذين قبل وبعد الزوال ويسمى هذا العدد بالتصليح ثم يؤخذ مقدار ساعات الارتفاع الاول ويضم عليها مقدار ساعات نصف المسافة ويوضع تحته مقدار التصليح ويضم أو يطرح على حسب علامته والباقي أو الحاصل يكون مساويا بالوقت

زوال ساعة الطول فيوضع هذا الحاصل تحت وقت زوال غرنويج المتحصل سابقا ويطرح أحدهما من الآخر والناتج يكون مقدار التأخير أو التقديم المطلوب

مثال من ذلك

سنة ١٨٧٤ في يوم ٧ شهر أغسطوس عرض سكندرية ٣١ درجة و ١١ دقيقة شمالي والطول ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وساعة القرونومترالتي نظرت وقت الارتفاع المأخوذ قبل الزوال الساعة ٧ و ٢٥ دقيقة و ٤٢ ثانية وأيضا زمن الساعة المذكورة وقت أخذ الارتفاع المذكور بعد الزوال كان ٠٠ ساعة و ٥٩ دقيقة و ٥٥ ثانية والمطلوب تقديم أو تأخير الساعة في اليوم المذكور

صورة العمل

″	′	ع	يوم	
٠٠	٠٠	٠٠	٧	زوال سكندرية
٣١	٠٥	٠٠	ت	تعديل الزمن ضم
٣١	٠٥	٠٠	٠٧	وقت متوسط محل
٣٢	٥٩	٠١	٠٠	زمن الطول شرق طرح
٥٩	٠٥	٢٢	٠٦	حساب فلكي متوسط غرنويج

مطلوب مقدار زمن المسافة

″	′	ع	
٤٢	٢٥	٠٧	ساعات ارتفاع قبل الزوال
٥٥	٥٩	١٢	ساعات ارتفاع بعد الزوال
١٣	٣٤	٥	= زمن المسافة
٠٦	٤٧	٢	نصف المسافة

مطلوب فرق ميل الشمس

″	′	°	
٥٨	٤١	١٦	ميل يوم ٦ اغسطوس
١٧	٢٥	١٦	ميل يوم ٧ اغسطوس
٤١	١٦	٠٠	فرق ميل في ٢٤ ساعة

ع ″
٣ ٤٢ = فرق ميل الشمس فى مدة ساعة
٠ ٠٢ ضرب فى الساعة ٢ مقدار زمن الطول
٦ ٢٤ ١ طرف ثانى = ١ دقيقة و ٢٤ ثانية

مطلوب ميل الشمس الصحيح

° ′ ″
١٧ ٢٥ ١٦ ميل الشمس فى يوم ٧ اغسطوس
٢٤ ٠١ ٠٠ طرف ثانى
٤١ ٢٦ ١٦ ميل صحيح شمالى

مطلوب مقدار التصايح

نمرة (ب)	نمرة (أ)
٢٫٠٥٩٩٦	١٫٩٣٦٠٨ الانساب المأخوذة من الجدول
١٠٫٥٢٩٩٠ تمام مماس ميل الشمس الصحيح	١٠٫٢١٨٠٨ تمام مماس عرض
١٫٠٣٢٩٩	١٫٠٣٢٩٩ انساب فرق ميل الشمس
١٫٣٫٦٢٢٨٥	١٫٣٫١٨٧١٥ ينظر على كل واحد منهما من انساب فرق الميل
ع ″	″
٢٫٥ −	٧٫٠٠ + مختلف العلامة طرح
	٢٫٥٠ −
	٤٫٥٠ + = مقدار التصايح

مطلوب صحيح وقت زوال قورنومتر

″ ′ ٥ع
٤٢ ٢٥ ٧٠ ساعات قبل الزوال
٠٦ ٤٧ ٢٠ نصف زمن المسافة
٤٨ ١٢ ١٠ = وقت زوال قورنومتر غير صحيح

٥	٤٠	٠	٠	مقدار التصليح
٥	٥٢	١٢	١٠	وقت زوال قورنومترالصحيح
٠	٥٩	٥	١٠	وقت زوال غرنويج
٥	٥٣	٠٦	٠٠	تقديم الساعة

العمل بالقاعدة الاولى

′	°	
٤٥	١٣٤	طول الشمس
٤٥	١٣٤	٣٠
	١٢٠	٤ برج رابع درجة ١٥
	١٤ ٥	

مطلوب وقت زوال غرنويج

			٥	
٠٠	٠٠	١٢		وقت زوال سكندريه
٣١	٠٥	٠٠		تعديل الزمن ضم
٣١	٠٥	١٢		وقت متوسط محل
٣٢	٥٩	١		زمن الطول شرق طارح
٥٩	٥	١٠		وقت زوال غرنويج

ع	″	
٨١	١١	قسم أول من جدول ٣٧ وهو المقابل لساعات المسافة وهى ٥ ساعات و٣٤ دقيقة و١٤ ثانية
٥٥	٠٢	— قسم ثانى من الجدول المذكور المقابل لمقدار المسافة

مطلوب مقدار التصليح

٩٫٧٨١٩١٦ ظا عرض ٣١ درجة و١١ دقيقة

١٫٠٧٢٢٥٠ لوغار يتم عدد قسم أول ١١ ثانية و١٨ من مائة

١٠٫٨٥٤١٦٦

١٠٫٠٠٠٠٠٠

٠٠٫٨٥٤١٦٦ ينظر من انساب العدد =

ع	″		
١٥	٠٧	+	يعنى يعلم له بعلامة قسم أول
٥٥	٠٢	−	أعداد قسم ثانى
٦٠	٠٤	+	= مقدار التصليح

مطلوب وقت زوال قورنومتر

	عه	ـَ	ـً	
ساعات قبل الزوال	٠٧	٢٥	٤٢	
ساعات بعد الزوال	١٢	٥٩	٥٥	
المجموع	٢٠	٢٥	٣٧	
زوال قورنومتر تقريبي	١٠	١٢	٤٨	٥٠
مقدار التصليح	٠٠	٠٠	٠٤	٢٠
صحيح وقت زوال قورنومتر	١٠	١٢	٥٣	١٠

مطلوب وقت زوال غرنويج

	عه	ـَ	ـً	
زوال سكندريه	١٢	٠٠	٠٠	
تعديل الزمن	٠٠	٠٥	٣١	
وقت متوسط سكندريه	١٢	٠٥	٣١	
طول شرقي	٠١	٥٩	٣٢	
زوال غرنويج	١٠	٠٥	٥٩	
صحيح وقت زوال قورنومتر	١٠	١٢	٥٣	١٠
تقديم الساعة	٠٠	٠٦	٥٣	١٠

الدعوى السابعة عشر

١١٣ في كيفية استخراج الطول بواسطة ساعة القورنومتر

حيث كان طول الاماكن هو عبارة عن مقدار زمن القوس المأخوذ من خط الاستواء ومحصور بين خط نصف نهار كل مكان وخط نصف نهار البلد المعتبر مبدأ الطول فمن المعلوم أنه يصير مرور الشمس على انصاف نهار الاماكن التي توجد في جهة مشرق خط نصف نهار مبدأ الطول قبل مرورها عليه بقدر زمن طول الاماكن المذكورة وكذلك يكون وقت مرور الشمس من خطوط انصاف النهار التي توجد في جهة مغرب خط نصف نهار مبدأ الطول من بعد مرورها على نصف نهاره بقدر زمن الطول ومثاله اذا كان محل طوله ٣٠ درجة في جهة مشرق خط نصف نهار غرنويج الذي هو مبدأ طول دولة الانكليز فيصير مرور الشمس على نصف نهار المحل المذكور قبل مرورها على دائرة نصف نهار غرنويج بقدر ساعتين أو كان طول المحل يساوي ٢٩ درجة و ٥٣ دقيقة المساوي طول سكندرية

ثم يصير مرور الشمس على نصف نهار سكندرية قبل مرورها على خط نصف نهار غرنويج بقدر ساعة واحدة و٥٩ دقيقة و٣٢ ثانية وكذلك كل مكان يوجد في جهة مغرب خط نصف نهار مبدأ الطول يصير مرور الشمس على نصف النهار المار بتلك الاماكن من بعد مرور الشمس على خط نصف نهار مبدأ الطول بقدر زمن يساوي لمقدار درج ودقائق طول تلك الاماكن وحيث علم ذلك وان ساعات القورنومتر الجاري استعمالها الآن هي على وقتي نصف نهار باريز مبدأ الطول بفرانسا أو خط نصف نهار غرنويج أعني ان الساعات المذكورة تكون في وقت نصف النهار في المحلين المذكورين على ١٢ ساعة وكل مكان من جميع الاماكن التي توجد في جهة مشرق أو مغرب البلدين المذكورين يعمل فيها أوقات ساعاتها وقت مرور الشمس على خط نصف نهارها وبذلك يعلم ان الفرق الذي يوجد بين وقت غرنويج أو باريز وبين وقت ساعات الاماكن المذكورة يكون مساويا لمقدار طول تلك الاماكن وطريق استخراج أوقات الساعات في كل مكان يوجد فيه الراصد يكون بواسطة ارتفاع يؤخذ من الشمس أو القمر أو من أحد النجوم المشهورة وبواسطة هذا الارتفاع والعرض وميل الشمس المعلوم يصير استخراج زمن فضل الدائر كما تقدم في القضية الرابعة وبعد استخراج زمن فضل الدائر ينظر الى الوقت الذي صار أخذ الارتفاع فيه فان كان من قبل الزوال يطرح زمن فضل الدائر من ٢٤ ساعة وان كان الارتفاع المذكور من بعد الزوال فيكون زمن فضل الدائر مساويا للوقت المطلوب ثم يصير تحويل ذلك الزمن الى وقت متوسط أعني يضم أو يطرح من الوقت الصحيح مقدار زمن التعديل على حسب ما يوجد له من العلامة الموجودة في كتاب معرفة الازمان ثم يطرح من هذا الوقت وقت ساعة القورنومتر ان كان وقته أقل من وقت متوسط محل وان كان الوقت المتوسط في المحل المذكور أقل من وقت ساعات القورنومتر فيطرح الاول من الثاني والناتج يكون مساويا لزمن الطول وأما معرفة جنس الطول ان كان شرقيا أو غربيا فيعلم بهذا الوجه وهو أنه اذا وجد وقت ساعات القورنومتر أقل من ساعات وقت متوسط المحل فيكون الطول شرقيا

وان وجد وقت ساعات القورنومترأ كثرمن ساعات وقت متوسط المحل فيكون الطول غربيا وبيانه كما في الامثلة الآتية

مثال أول

سنة ۱۸۷٤ في يوم ١٤ شهرديجمبر عرض المكان ۳۱ درجة و ۱۱ دقيقة شمالى وارتفاع محل الراصد ۲۰ قدما وفى وقت الساعة ۷ و ٤۷ دقيقة و ۳۳ ثانية قبل زوال ساعة القورنومتر صار أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل بواسطة الافق الصناعي فوجد ٥٥ درجة و ۳۰ دقيقة وكان تأخير ساعة القورنومتر المطلق الى يوم العمل دقيقتان و ٥٦ ثانية والمطلوب مقدار الطول

صورة العمل

″	′	ه	يوم	
۳۳	٤۷	۰۷	١٤	حساب اعتيادى محل
٥٦	۰۲	۰۰	۰۰	تأخير ساعة القورنومتر
۲۹	٥۰	۰۷	١٤	وقت صحيح قورنومتر
۰۰	۰۰	۱۲	۰۱	طرح يوم وضم ۱۲ ساعة
۲۹	٥۰	۱۹	۱۳	وقت فلكى غرنويج

مطلوب تصحيح ميل الشمس

″	′	°	
۳٥	۱۰	۲۳	ميل الشمس فى ۱۳ دجمبر
۲۰	١٤	۲۳	شرحه فى ١٤ منه
٤٥	۰۳	۰۰	فرق الميل فى ۲٤ ساعه

۰٫۰۸۲۸۲ أنساب فلكى غرنويج
۱٫٦۸۱۲٤ أنساب فرق ميل الشمس
۱٫۷٦٤۰٦ أنساب طرف ثانى ۳ دقائق و ٦ ثوانى

″	′	°	
۳٥	۱۰	۲۳	ميل الشمس فى ۱۳ ديجمبر

٠٦ ٠٣ ٠٠ طرف ثانى

٤١ ١٣ ٢٣ ميل صحيح جنوب
٠٠ ٠٠ ٩٠

٤١ ١٣ ١١٣ تمام ميل

مطلوب تمام عرض

١١ ٣١ عرض
٠٠ ٩٠

٤٩ ٥٨ تمام عرض

مطلوب تصحيح الارتفاع

″ ′ °

٠٠ ٣٠ ٥٥ ارتفاع من الافق الصناعى

٠٠ ٤٥ ٢٧ يؤخذ نصفه

١٧ ١٦ ٠٠ نصف قطر

١٧ ٠١ ٢٨ ارتفاع مركز

٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة

٥٣ ٥٦ ٢٧ ارتفاع ظاهرى

٣٧ ٠١ ٠٠ انعطاف شعاع

١٦ ٥٥ ٢٧ ارتفاع صحيح
٠٠ ٠٠ ٩٠

٤٤ ٠٤ ٠٦٢ تمام ارتفاع

٠٠ ٤٩ ٠٥٨ تمام عرض

٤١ ١٣ ١١٣ تمام ميل

٢٥ ٠٧ ٢٣٤ الحاصل

٤٢ ٠٣ ١١٧ نصف الحاصل

٤٤ ٠٤ ٠٦٢ تمام ارتفاع

٥٨ ٥٨ ٠٥٤ باقى محفوظ

٠٦٧٧٧٢ر٠ قتا تمام عرض

٠٣٦٧١٥ر٠ قتا تمام ميل

٩٩٤٩٦٣٩ر٩ جا نصف الحاصل

٩١٣٢٧٦ر٩ جا باقى محفوظ

١٩٫٩٦٧٤٠٢ الحاصل

٩٨٣٧٠١ر٩ نصف الحاصل

ينظر من تمام الجيب =

″ ′ ه

٢٤ ٠٢ ٠١ نصف الزاوية

٢٤ ٠٢ ٠١ ضم مثله

٤٨ ٠٤ ٠٢ = فضل الدائر
٠٠ ٠٠ ٢٤

١٢ ٥٥ ٢١ وقت صحيح محل

١٠ ٠٥ ٠٠ تعديل الزمن طرح

٠٢ ٥٠ ٢١ وقت متوسط محل

٢٩ ٥٠ ١٩ ساعة القورونومتر

٣٣ ٥٩ ٠١ زمن الطول شرق
٠٠ ٠٠ ١٥

٣٢ ٥٣ ٢٩ طول المحل شرق

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ١٥ شهر مايس وجد العرض وقت الزوال ٣٢ درجة و٣٠ دقيقة و٥٤ ثانية وفى وقت الساعة ٩ و١٢ دقيقة و٤٨ ثانية افرنكى قبل الزوال جرى أخذ ارتفاع الشمس محيطا أسفل وجد ٥٧ درجة و١٤ دقيقة و٢٤ ثانية وكان بوقتها زمن ساعة القورنومترا الساعة ٨ و٧ دقائق و١٠ ثوانى وتقديمها المطلق الى يوم العمل ١٢ دقيقة و٢٠ ثانية وبروة السفينة الصحيح ٥٠ درجة جنوب مشرق والسفينة تقطع فى كل ساعه ١٠ أميال والمطلوب مقدار طول محل السفينة فى محل الارتفاع المأخوذ

صورة العمل

مطلوب تصحيح الساعة

ثا	ق	س	يوم	
١٠	٠٧	٠٨	١٥	
٢٠	١٢	٠٠	٠٠	تقديم المطلق
٥٠	٥٤	٠٧	١٥	ساعة صحيحة
٠٠	٠٠	١٢	٠١	طارح يوم وضم ١٢ ساعة
٥٠	٥٤	١٩	١٤	حساب فلكى غرنويج

مطلوب فرق ميل

ثا	ق	°	
٢٠	٣٩	١٨	ميل ١٤ جى مايس
٣٩	٥٣	١٨	ميل ١٥ جى منه
١٩	١٤	٠٠	فرق ميل فى ٢٤ ساعة

٠٠٨١٠٠ ر٠ أنساب فلكى غرنويج

١٫٠٩٩٤٣ أنساب فرق ميل

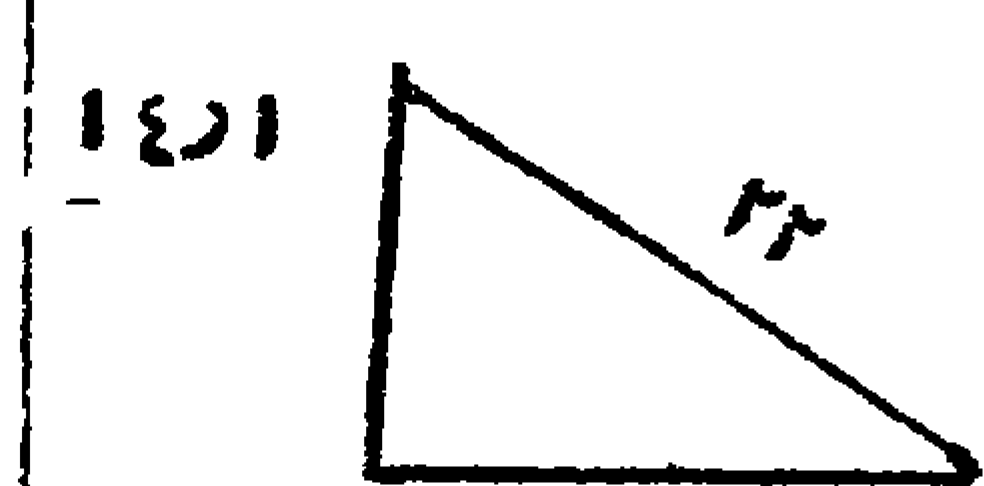
١٫١٨٠٤٣ أنساب طرف ثانى

١١ دقيقة ٥٣ وثانية

ثا	ق	°	
٢٠	٣٩	١٨	ميل ١٤ جى مايس
٥٣	١١	٠٠	طرف ثانى
١٣	٥١	١٨	ميل صحيح شمالى
٠٠	٠٠	٩٠	
٤٧	٠٨	٧١	تمام ميل

٥٠

١٫٤١



ولابعد تحويل مقدار عرض الزوال الذى هو ٣٢ درجة و ٣٠ دقيقة و ٤٥ ثانية الى عرض محل السفينة المأخوذ فيه ارتفاع الشمس فيصير طرح وقت الارتفاع وهو ٩ ساعات و ٤٨ دقيقة و ١٢ ثانية من ١٢ ساعة فيصير الوقت الباقى للزوال ٢ ساعة و ١١ دقيقة و ٤٨ ثانية واذا ضرب هذ الزمن فى عشرة أميال سير السفينة فى كل ساعة يصير الحاصل مساويا ٢٢ ميلا ثم يرسم مثلث الاتجاه جنوب مشرق ٥٠ درجة و يوضع مقدار وتره ٢٢ ميلا ثم يصير استخراج فرق عرض المثلث فيوجد مساويا ١٤ ميلا و واحدا من عشرة وحيث أن عرض محل السفينة كان من قبل الزوال فيكون أكثر من مقدار العرض وقت الزوال فيضم فرق العرض على مقدار عرض الزوال والناتج يساوى ٣٢ درجة و ٤٥ دقيقة أعنى عرض محل السفينة وتمامه يساوى ٥٧ درجة و ١٥ دقيقة

مطلوب تصحيح الارتفاع

″	′	°	
٢٤	١٤	٥٧	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
٥١	١٥	٠	نصف قطر الشمس
١٥	٣٠	٥٧	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٥١	٢٥	٥٧	ارتفاع ظاهرى
٥٥	٠٠	٠٠	انعطاف شعاع
٥٦	٢٤	٥٧	ارتفاع صحيح
٠٠	٠٠	٩٠	
٠٤	٣٥	٣٢	تمام ارتفاع
٠٠	١٥	٥٧	تمام عرض
٤٧	٠٨	٧١	تمام ميل
٥١	٥٨	١٦٠	الحاصل

٢٥	٢٩	٨٠	نصف الحاصل
٥٤	٣٥	٣٢	تمام ارتفاع
٢١	٥٤	٤٧	باقى محفوظ
٠٫٠٧٥١٨٤			قتا تمام عرض
٠٫٠٢٣٩٥١			قتا تمام ميل
٩٫٩٩٣٩٩٢			جا نصف الحاصل
٩٫٨٧٠٤١٨			جا باقى محفوظ
١٩٫٩٦٣٥٤٥			الحاصل
٩٫٩٨١٧٧٢			من تمام الجيب
″	′	°	
٥٦	٠٥	٠١	نصف الزاوية
٥٦	٠٥	٠١	ضم مثله
٥٢	١١	٠٢	= فضل الدائر

٠٠ ٠٠ ٢٤	٢٤ ٤٩ ٠١ = زمن الطول شرق
٠٨ ٤٨ ٢١ وقت صحيح	١٥ في
٥٤ ٠٣ ٠٠ تعديل الزمن	١٥
١٤ ٤٤ ٢١ وقت متوسط محل	١٢ ٢١
٠٠ ٥٤ ١٩ وقت متوسط قورنومتر	″ ′ °
	٠٠ ٢١ ٢٧ = طول محل السفينة شرق

مثال آخر

سنة ١٨٧٤ في يوم ٢٠ شهر يوليو عرض السفينة ٣٨ درجة و٤٠ دقيقة شمالي وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفي وقت الساعة ١٠ و٥٩ دقائق و٣٠ ثانية جرى أخذ ارتفاع الشمس من المحيط الاسفل فوجد ٥٩ درجة و٥٥ دقيقة و٤٠ ثانية وكان زمن ساعة الطول الساعة ١١ و٥٠ دقيقة و٣٠ ثانية وتأخيرها المطلق ٩ دقائق و٣٠ ثانية والمطلوب طول محل السفينة

صورة العمل

″ ′ عه يوم	٠٠ ١٩ ٦٩ تمام ميل
٣٠ ٥٠ ١١ ٢٠ وقت ساعة القورنومتر	مطلوب تمام العرض
٣٠ ٠٩ ٠٠ ″ تأخير الساعة	′ °
٠٠ ٠٠ ١٢ ٢٠ وقت فلكي غرنويج	٤٠ ٣٨ عرض شمالي
	٠٠ ٩٠
″ ′ °	٢٠ ٥١ تمام عرض
١٠ ٤٠ ٢٠ ميل الشمس في ٢٠ يوليو	مطلوب تصحيح الارتفاع
٠٠ ٠٠ ٩٠	″ ′ °
	٤٠ ٥٥ ٥٩ ارتفاع منظور محيط أسفل

٤٧ ١٥ ٠٠ نصف قطر

٣٢ ١١ ٦٠ ارتفاع مركز

٢٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينه

٠٨ ٠٧ ٦٠ ارتفاع ظاهرى

٢٩ ٠٠ ٠٠ انعطاف شعاع

٣٩ ٠٦ ٦٠ ارتفاع صحيح

٠٠ ٠٠ ٩٠

٢١ ٥٣ ٢٩ تمام ارتفاع

٠٠ ٢٠ ٥١ تمام عرض

٥٠ ١٩ ٦٩ تمام ميل

١١ ٣٣ ١٥٠ الحاصل

٣٥ ١٦ ٠٧٥ نصف الحاصل

٢١ ٥٣ ٢٩ تمام ارتفاع

١٤ ٢٣ ٤٥ باقى محفوظ

٠٫١٠٧٤٦٤ قتا تمام عرض

٠٫٠٢٨٨٩٩ قتا تمام ميل

٩٫٩٨٥٤٩٧ جا نصف الحاصل

٩٫٨٥٢٤٠٢ جا باقى محفوظ

١٩٫٩٧٤٢٦٢ الحاصل

٩٫٩٨٧١٣١ من تمام الجيب

ً ´ ع

٣١ ٥٥ ٠٠ نصف الزاوية

٣١ ٥٥ ٠٠ مثله ضم

٠٢ ٥١ ٠١ = فضل الدائر

٠٠ ٠٠ ٢٤

٥٨ ٠٨ ٢٢ وقت حقيقى فى محل العمل يوم ١٩ يوليو

٠٢ ٠٦ ٠٠ تعديل الزمن ضم

٠٠ ١٥ ٢٢ وقت متوسط فى المحل يوم ١٩ يوليو

٠٠ ٠٠ ٠٠ وقت متوسط قورنومتر يوم ٢٠ يوليو

٠٠ ٤٥ ٠١ = زمن الطول غرب

٠٠ ٠٠ ١٥

١٥

٠٠ ١٥ ١١

ً ´ ٥

٠٠ ١٥ ٢٦ = طول محل السفينة غرب

تنبيه

حيث وجدنا وقت ساعة القورنومتر بعد التصحيح ١٢ ساعة أعنى انها فى وقت ز والمسافى يوم ٢٠ شهر يوليو والارتفاع المأخوذ قبل الزوال فى الساعة ١٠ و٩ دقائق و٣٠ ثانية فحينئذ يلزم طرح زمن فضل الدائر من ٢٤ ساعة والباقى يصير وقتا صحيحا فى يوم ١٩ يوليو ومقداره أقل من زمن ساعة الطول وعلى هذا يصير طرح وقت متوسط المحل من

وقت متوسط ساعة القورنومتر والباقى يكون مساويا لزمن الطول ويكون غربيا وأما اذا كان العمل من بعد الزوال وزمن ساعة الطول يوجد من قبل الزوال فيصير محويا زمن فصل الدائرالى وقت متوسط بواسطة مقدار زمن التعديل ويكون ذلك فى تاريخ يوم العمل وأما ساعات القورنومترا المنظور فيكون وقتها فى اليوم الذى يكون قبل يوم العمل ويصير مقداره أقل من مقدار وقت متوسط المحل ويكون جنس الطول شرقيا كما تقدم .

١١٤ فى كيفية استخراج طول المكان بواسطة الارتفاعات المتناظرة

قد تقدم كيفية تصحيح ساعة الطول بواسطة الارتفاعات المتناظرة ومتى صار تصحيحها وجرى استخراج وقت زوال ساعة القورنومتر فيصير طرح زمن وقت زوال ساعة القورنومتر من ١٢ ساعة والباقى يحول الى درج فيصير مساويا لمقدار الطول المطلوب

أمثلة من ذلك

ثا	د	س	
٥٠	٣٠	٠٧	ساعة القورنومترا المنظورة قبل الزوال
٣٠	٤٨	٠١	+ ١٢ ساعة بعد الزوال مضاف عليها ١٢ ساعة
٢٠	١٩	٢١	حاصل الجمع
٤٠	٣٩	١٠	نصف الحاصل ويساوى وقت زوال ساعة القورنومتر

ثا	د	س	
٠٠	٠٠	١٢	وقت زوال المحل
٥٠	٠٥	٠٠	تعديل الزمن ضم
٠٠	٠٥	١٢	متوسط محل
٤٠	٣٩	١٠	متوسط قورنومتر
٢٠	٢٥	٠١	زمن الطول شرق

د	ه	
٢٠	٢١	طول شرق

مثال آخر

ثا	د	س	
٢٠	١٠	٥	ساعة القورنومتر المنظورة وقت الارتفاع المأخوذ قبل الزوال

٣٠ ٤٠ ٠٣ ساعة القورنومتر المنظورة وقت الارتفاع المأخوذ بعد الزوال

٥٠ ٠٠ ٠٣ حاصل الجمع

٢٥ ٥٥ ٠١ نصف الحاصل و يساوى وقت زوال ساعة القورنومتر

٠٠ ٠٠ ١٢ زوال المحل

٠٠ ٠٠ ٠٠ تعديل زمن ضم

٠٠ ٠٠ ١٢ زوال متوسط محل

٢٠ ٥٥ ١٣ زوال قورنومتر بضم ساعه ١٢

٣٠ ٥٠ ٠١ زمن الطول

٣٠ ٢٧ طول محل الراصد غرب

١١٥ فى كيفية استخراج الطول بواسطة ارتفاع القمر و ساعة القورنومتر طريق ذلك ان يصير أخذ ارتفاع من القمر ليلا و بوقتها ينظر الى وقت ساعة القورنومتر ثم يصير تصحيح الارتفاع المأخوذ من مقادير ارتفاع مكان الراصد ونصف قط القمر الارتفاعى واختلاف المنظر كما تقدم فى بند (٩٣) وكذلك يصير استخراج ميل القمر ومطلعه المستقيم و يصير تحويلهما الى وقت محل العمل و بعد ذلك يصير استخراج مطالع مستقيم الشمس ويجرى تصحيحه كما فى بند (١٠٦) ثم انه بواسطة المعلومات المذكورة يصير استخراج مقادير تمام الارتفاع وتمام العرض وتمام ميل القمر و بواسطة هذه المقادير الثلاثة يصير استخراج زمن فضل الدائر ثم ينظر الى محل القمر فان كان وجد فى وقت الارتفاع المأخوذ منه فى جهة مشرق نصف نهار الراصد فيصير طرح زمن فضل الدائر من مطلع مستقيم القمر ثم يطرح من الناتج زمن مطلع مستقيم الشمس والباقى يكون هو الوقت الصحيح حين أخذ ارتفاع القمر وحينئذ يصير تحويله بواسطة زمن التعديل الى وقت متوسط و يؤخذ التفاضل بينه وبين وقت صحيح ساعة القورنومتر والناتج يحول الى درج فيكون مساويا لمقدار الطول المطلوب

مثال

سنة ١٨٧٠ في يوم ١٥ شهر ابريل عرض المكان ٣٠ درجة و٣٦ دقيقة جنوبي ومقدار الطول التقريبي ٥٩ درجة و٥٥ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وارتفاع السفينة ١٦ قدما وفي وقت الساعة ٩و٩٩ ٠ دقائق و١٣ ثانية ليلا جرى أخذ ارتفاع القمر وهو في جهة مشرق نصف نهار الراصد وجد ارتفاعه ٤١ درجة و٥٥ دقيقة و٣٠ ثانية وبوقتها وجد زمن ساعة القورنومتره ساعات و١٠ دقائق و١٠ ثواني والمطلوب مقدار الطول الصحيح

صورة العمل

°	′	″	
٤١	٠٠	٣٠	ارتفاع مأخوذ محيط أسفل
٠٠	٠٣	٥٠	ارتفاع سفينة ١٦ قدما
٤١	٤٦	٤٠	ارتفاع ظاهري
٠٠	١٦	٥٦	نصف قطر القمر الارتفاعي
٤٢	٠٣	٣٦	ارتفاع مركز
٠٠	٤٤	٣٥	اختلاف منظر
٤٢	٤٨	١١	صحيح ارتفاع
٩٠			
٤٧	١١	٤٩	تمام ارتفاع

مطلوب تمام العرض

°	′	
٣٠	٣٦	عرض شمالي
٩٠		
٥٩	٢٤	تمام عرض

مطلوب ميل القمر

°	′	″	
٤	٠١	٢٣	ميل القمر الساعة ٥ يوم ١٥
٤	٠٥	٣٦	ميل القمر الساعة ٦ يوم ١٥
٠	٠٤	١٣	فرق ميل القمر في ساعة ١

يوجد الطرف المجهول المقابل ١٠ دقائق و١٠ ثواني ٢ دقيقة و٣٠ ثانية

°	′	″	
٤	٠١	٢٣	ميل القمر الساعة ٥ يوم ١٥ ابريل
[illegible]	٠٢	٢٠	طرف ثاني
٤	٠٣	٤٣	صحيح ميل القمر جنوبي
٩٠			
٨٥	٥٦	١٧	تمام ميل

مطلوب مطالع مستقيم القمر

″	′	ع	
٤٤	٢٩	١٣	مطلع مستقيم الساعة ٥ يوم ١٥
٠٧	٣٢	١٣	شرحه الساعة ٦ يوم ١٥
٢٣	٠٢	٠٠	فرق المطالع فى ساعة ١

ويوجد الطرف الثانى المقابل ١٠ دقائق و١٠ ثوانى = ٢٤ ثانية

″	′	ع	
٤٤	٢٩	١٣	مطلع مستقيم القمر الساعة ٥ يوم ١٥ ابريل
٢٤	٠٠	٠٠	طرف ثانى
٠٨	٣٠	١٣	صحيح مطلع مستقيم القمر

″	′	ع	
٣٣	٣٤	١	مطلع مستقيم الشمس بعد التصحيح

مطلوب زمن فضل الدائر

″	′	°	
٤٩	١١	٤٧	تمام ارتفاع القمر
٠٠	٢٤	٥٩	تمام عرض
١٧	٥٦	٨٥	تمام ميل
٠٦	٣٢	١٩٢	الحاصل
٠٣	١٦	٩٦	نصف الحاصل
٤٩	١١	٤٧	تمام ارتفاع
١٤	٠٤	٤٩	باقى محفوظ

٠ر٠٦٥١٢٧ قتا تمام عرض

٠ر٠٠١٠٩٣ قتا تمام ميل

٩ر٩٩٧٣٩٧ جا نصف الحاصل

٩ر٨٧٨٣٤٦ جا باقى محفوظ

١٩ر٩٤١٨٦٣ الحاصل

٩ر٩٧٠٩٣١ نصف الحاصل

ينظر من تمام الجيب

″	′	°	
٥٥	٢٢	٠١	= نصف الزاوية
٥٥	٢٢	٠١	ضم مثله
٥٠	٤٥	٠٢	= فضل الدائر
٠٨	٣٠	١٣	مطلع مستقيم القمر
١٨	٤٤	١٠	
٣٣	٣٤	٠١	مطلع مستقيم الشمس
٤٥	٠٩	٠٩	

٠٣ ٠٠ ٠ تعديل الزمن طرح

٤٢ ٠٩ ٠٩ وقت متوسط محل

١٠ ١٠ ٠٥ وقت متوسط قورنومتر

٣٢ ٥٩ ٠٣ = زمن الطول

٠٠ ٥٣ ٥٩ = طول المكان شرق

حيث كان القمر وقت الارتفاع فى جهة مشرق نصف نهار الراصد فيطرح فضل الدائر من مطالع مستقيم القمر

مثال ثانى

سنة ١٨٧٤ فى يوم ٢ ينواريو عرض محل السفينة ٣٣ درجة و ٤٨ دقيقة شمالى والطول التقريبى ٢٣ درجة و ١٥ دقيقة شرق وارتفاع السفينة ٢٠ قدما وفى وقت الساعة ٩ و ٣٠ دقيقة بعد نصف النهار جرى اخذ ارتفاع من نجم سريوس أعنى الشعرى اليمانية وهى فى سمت مشرق نصف نهار الراصد وجد ١٩ درجة و ٥ دقائق وبوقتها وجد زمن ساعة القورنومتر بعد التصحيح ٦ ساعات و ٤٧ دقيقة و ٤٨ ثانية والمطلوب طول محل السفينة الصحيح

صورة العمل

ث	د	س	يوم
٤٨	٤٧	٠٦	٠٢ وقت فلكى
			غرنويج

مطلوب تصحيح الارتفاع

ث	د	°	
٠٠	٠٥	١٩	ارتفاع نجم سريوس
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٣٦	٠٠	١٩	ارتفاع ظاهرى
٤٨	٠٢	٠	انعطاف شعاع نجم

٤٨	٥٧	١٨	ارتفاع صحيح
٠٠	٠٠	٩٠	
١٢	٠٢	٧١	تمام ارتفاع

مطلوب تمام عرض

د	°	
٤٨	٣٣	عرض
٠٠	٩٠	
١٢	٥٦	تمام عرض

مطلوب مطلع مستقيم نجم سريوس

س د ث

٣٦ ٣٩ ٠٦ مطلع مستقيم في يوم ٢ ينواريو

٤١ ٣٢ ١٦ ميل نجم سريوس جنوب

٠٠ ٠٠ ٩٠

٤١ ٣٢ ١٠٦ تمام ميل

يوجد مطلع مستقيم نجم سريوس وميله من جدول بند (٣٣) أو من كتاب ميل الشمس

مطلوب زمن فضل الدائر

س د ث

١٢ ٠٢ ٧١ تمام ارتفاع

٠٠ ١٢ ٥٦ تمام عرض

٤١ ٣٢ ١٠٦ تمام ميل

٥٣ ٤٦ ٢٣٣ الحاصل

٢٦ ٥٣ ١١٦ نصف الحاصل

١٢ ٠٢ ٧١ تمام ارتفاع

١٤ ٥١ ٤٥ باقي محفوظ

٠ر٠٨٤٠٧ قتا تمام عرض

٠ر٠١٨٣٦٦ قتا تمام ميل

٩ر٩٥٠٢٩٨ جا نصف الحاصل

٩ر٨٥٥٨٦٤ جا باقي محفوظ

١٩ر٩٠٤٩٣٠ الحاصل

٩ر٩٥٢٤٦٧ نصف الحاصل ينظر من تمام الجيب =

س د ث

١٧ ٤٥ ٠١ = نصف الزاوية

١٧ ٤٥ ٠١ مثله ضم

٣٤ ٣٠ ٠٣ = فضل الدائر

٣٦ ٣٩ ٠٦ مطلع مستقيم النجم

٠٢ ٠٩ ٠٣

٠٠ ٠٠ ٢٤

٠٢ ٠٩ ٢٧

١٠ ٥٢ ١٨ مطلع مستقيم الشمس في ٢ ينواريو طرح

٥٢ ١٦ ٠٨

٢١ ٠٤ ٠٠ زمن التعديل

١٣ ٢١ ٠٨ وقت متوسط محل

٤٨ ٤٧ ٠٦ وقت متوسط قورنومتر

٢٥ ٣٣ ٠١ = زمن الطول

س د ث

١٥ ٢١ ٢٣ = طول شرق

١١٦ الدعوى الثامنة عشر

في كيفية استخراج الطول بواسطة ارتفاع الشمس والقمر والمسافة الواقعة بينهما

استخراج الطول بواسطة ارتفاع الشمس والقمر وقت ان يكون ظاهرا بالنهار مع الشمس يصير بواسطة أربعة أشخاص أحدهم يكون مخصوصا لاخذ المسافة الكائنة بين محيطى الشمس والقمر والثانى يكون لاخذ ارتفاع الشمس والثالث لاخذ ارتفاع القمر والرابع يكون لنظر وقت الساعة عند أخذ المقادير التى ذكرت وعندما يصدر النداء من الشخص المخصوص لاخذ المسافة يصير تحرير مقدار المسافة المأخوذة والارتفاع المأخوذ من الشمس والقمر ثم يصير استخراج ميل الشمس وميل القمر ويصير تحويلهما الى وقت محل العمل وكذلك يصير استخراج نصف قطر القمر الافقى ونصف قطره الارتفاعى ثم يصير استخراج مقدار اختلاف منظر القمر وجميع ذلك قد تقدم فى العمليات السابقة وبعد هذا يضم مقدار نصف قطر الشمس ونصف قطر القمر الارتفاعى على مقدار المسافة المأخوذة والناتج يسمى بالمسافة الظاهرة ثم يصير استخراج زمن الزاوية المساعدة بواسطة ارتفاع القمر المركزى وبمقدار اختلاف منظر القمر من جداول اللوغاريتم المنسوب الى المعلم جيمس الشهير وأول تلك الجداول من صحيفة نمرة (٢٨٤) وهو أن يصير أخذ درج ودقائق ارتفاع القمر المركزى من الصف الرأسى من يسار الجدول ويؤخذ مقدار دقائق اختلاف المنظر من الصف الافقى الاعلى ثم يؤخذ مقدار الثوانى الموجودة فى الارتفاع من يمين الجدول وكذلك تؤخذ ثوانى الاختلاف منظرا والناتج يكون مقدار الزاوية المطلوبة وبعد هذا يصير استخراج الوقت الصحيح بمحل العمل كما سيأتى ثم يصير تحويل ذلك الزمن الى زمن وقت متوسط ويحفظ ولاجل استخراج الوقت المتوسط بغرنويج يؤخذ من كتاب معرفة الازمان المسمى ميل الشمس من خانة الساعة التى يوجد زمنها أقل من زمن ساعة محل العمل والساعة التى تكون أكبر منها من محاذاة تاريخ يوم العمل والمقابل لاسم الشمس ويؤخذ من الخانتين المذكورتين مقدار مسافة تكون أقل من المسافة الظاهرة وكذا مقدار مسافة تكون أكبر منها ويؤخذ التفاضل بين كل منهما وبين المسافة الظاهرة ثم يؤخذ الباقى الاول والباقى الثانى من جداول الاربعة المتناسبة

ويصير طرح أحدهما من الآخر ويتغاظر على الباقى من الجداول المذكورة والذى ينتج من الساعات والدقائق والثوانى يصير ضمه على زمن ساعات المسافة الصغرى والحاصل يكون وقت زمن متوسط غرنويج وحينئذ يؤخذ التفاضل بينه وبين الوقت المتوسط لمحل العمل المستخرج سابقا ويصير تحويل الباقى بعد الطرح الى درج فينتج مقدار الطول المطلوب

مثال ذلك

سنة ١٨٤٨ فى يوم ١٢ شهر فبراير وعرض محل السفينة شمالى ٥٣ درجة و٣٠ دقيقة والطول المتحصل بواسطة حساب البركتة يساوى ١٥ درجة و٥٤ دقيقة شرق نصف نهار غرنويج وفى وقت الساعة ٢ و٣٦ دقيقة بعد الزوال صار أخذ المسافة بين محيطى الشمس والقمر فوجد مقدارها ٩٩ درجة و٢٦ دقيقة و٤٥ ثانية وارتفاع الشمس من المحيط الاسفل ٢٩ درجة و١٥ دقيقة و١٦ ثانية وارتفاع القمر من المحيط الاسفل ٢٥ درجة و٣٩ دقيقة و٠١ ثوانى وكان ارتفاع السفينة ٣٠ قدما والمطلوب مقدار الطول الصحيح

صورة العمل

ﻫ / ٥ يوم
٠٠ ٣٦ ٠٢ ١٢ حساب فلكى محل
٠٠ ٠٣ ٠١ ٠٠ زمن الطول شرق
٠٠ ٣٣ ٠١ ١٢ حساب فلكى غرنويج
ﻫ / ٥
١٨ ٥٢ ١٣ ميل الشمس يوم ١٢
٢١ ٣٢ ١٣ شرحه يوم ١٣
٠٧ ١٩ ٠٠ فرق ميل الشمس فى ٢٤ ساعة

١٨٩٨٥ر١ انساب فلكى غرنويج
٩٥٠٣٣ر٠ انساب فرق الميل
٢١٤٠١٨ر٢ طرف ثانى = دقيقة واحدة و١٧ ثانية
ﻫ / ٥
١٨ ٥٢ ١٣ من الشمس يوم ١٢
١٧ ٠١ ٠٠ طرف ثانى
٠١ ٥١ ١٣ صحيح ميل الشمس جنوب
مطلوب تعديل الزمن
ﻫ /
٣٣ ١٤ تعديل الزمن صحيح

مطلوب نصف قطر أفقي القمر

ً	َ	°	
٥٨	١٥		نصف قطر أفقي نصف النهار
٥٤	١٥		شرحه نصف الليل
٠٤	٠٠		مقدار الفرق في ١٢ ساعة
٥٨	١٥		نصف قطر صحيح أفقي
٠٧	٠٠		حصة نصف قطر أفقي
٠٥	١٦		نصف قطر ارتفاعي

مطلوب اختلاف منظر القمر

ً	َ	
٣٦	٥٨	اختلاف منظر يوم ١٢ نصف النهار
٢٣	٥٨	شرحه في يوم ١٢ نصف الليل
١٣	٠٠	فرق اختلاف منظري ١٢ ساعة

ً	َ	
٣٦	٥٨	اختلاف منظر يوم ١٢ نصف نهار
٠٢	٠٠	الذي يخص وقت فلكي غرنويج
٣٤	٥٨	اختلاف منظر افقي صحيح

مطلوب تصحيح المسافة

ً	َ	°	
٤٠	٢٦	٩٩	المسافة المأخوذة
١٣	١٦	٠٠	نصف قطر الشمس
٠٥	١٦	٠٠	نصف قطر القمر الارتفاعي
٥٨	٥٨	٩٩	مسافة ظاهرة

مطلوب صحيح ارتفاع الشمس

ً	َ	°	
١٦	١٥	٢٩	ارتفاع منظور محيط أسفل
١٣	١٦	٠٠	نصف قطر الشمس
٢٩	٣١	٢٩	ارتفاع مركز
٢٤	٠٤	٠٠	ارتفاع سفينة
٠٥	٢٧	٢٩	ارتفاع ظاهري
٣٥	٠١	٠٠	انعطاف شعاع
٣٠	٢٥	٢٩	ارتفاع الشمس صحيح
٠٠	٠٠	٩٠	
٣٠	٣٤	٦٠	تمام ارتفاع الشمس

مطلوب صحيح ارتفاع القمر

ً	َ	°	
١٠	٣٩	٢٥	ارتفاع منظور محيط أسفل

٣٤ ٠٤ ٠٠ ارتفاع سفينة

٤٦ ٣٤ ٣٥ ارتفاع ظاهري
٠٥ ١٦ نصف قطر ارتفاعي

٥١ ٥٠ ٢٥ ارتفاع مركز
١٣ ٥٠ ٠٠ اختلاف منظر المقابل للدرج والدقائق
٣١ ٠٠ ٠٠ المقابل لحصة الثواني

٣٥ ٤١ ٢٦ ارتفاع القمر صحيح

مطلوب مقدار الزاوية المساعدة يؤخذ من جدول صحيفة ٢٩٤ مقدار ٢٥ درجة ارتفاع القمر و ٥٠ دقيقة من تحت ٥٨ دقيقة مقدار اختلاف المنظر ويقابل بهما فيوجد ٦٠ درجة و ١٣ دقيقة و ٤٥ ثانية ثم يؤخذ ٣٤ ثانية الباقية من مقدار اختلاف منظر من يمين الجدول فيوجد ٩ ثواني ويؤخذ عدد ثواني الارتفاع أعني ٥١ ثانية فيوجد ٣ ثواني فيصير جمع الثلاثة مقادير ينتج ٦٠ درجة و ١٣ دقيقة و ٥٢ ثانية وهو مقدار الزاوية المساعدة

مطلوب وقت متوسط سفينة

٥ ′ ″	
٠١ ٥١ ١٣ ميل الشمس جنوبي	٤٫٩٥٣٥٢١ جا نصف الحاصل
٠٠ ٠ ٥٢ ر س الحمل شمالي	٣٫٧٧١٥٠٣ جا نصف الباقي
٠١ ٢١ ٦٧ الحاصل	٨٫٩٦٣٤٥٠ جا نصف الجيب
٣٠ ٢٤ ٦٠ تمام ارتفاع الشمس	٥ ′ ″
٣١ ٥٥ ١٢٧ الحاصل	١٢ ٢١ ٢ فضل الدائر
٣١ ٤٦ ٦ الباقي	٣٣ ١٤ زمن التعديل ضم
٠٫٢٢٠٥٦١٣ ﻫ عرض	٤٥ ٣٥ ٢ وقت متوسط سفينة
٠٫٠٠٨١٤ ميل الشمس	مطلوب وقت متوسط عرنويج
	٥ ′ ″
	٣٠ ٣٤ ٦٠ تمام ارتفاع الشمس

٢٥	١٨	٦٣	تمام ارتفاع القمر
٥٥	٥٢	١٣٣	نمرة (١)
٠٥	٢٧	٢٩	ارتفاع مركز الشمس
٥١	٠٠	٢٥	ارتفاع القمر من المركز
٥٦	١٧	٥٥	الحاصل
٥٢	١٣	٦٠	الزاوية المساعدة

٤٨	٣١	١١٥	نمرة (٢)
٥٦	٥٥	٤	التفاضل نمرة (٣)
״	׳	٥	
٥٨	٥٨	٩٩	المسافة الصحيحة
٥٢	١٣	٦٠	الزاوية المساعدة
٥٠	١٢	١٦٠	الحاصل نمرة (٤)
٠٦	٤٥	٣٩	التفاضل نمرة (٥)

ثم يؤخذ من جيب السهام نمرة (١) ونمرة (٢) و(٣) و(٤) و(٥) ويصير جمع الخمسة مقادير المقابلة للثوانى

٢٢٢	٥٧٢٦٢	جيب السهام	نمرة (١)
٢١٠	٣٠٧٧٤	شرحه	نمرة (٢)
٠١٩	٠٣٦٨٠	شرحه	نمرة (٣)
٠٨٣	٤٠٨٨١	شرحه	نمرة (٤)
٠١٨	٣١١٥٨	شرحه	نمرة (٥)
٥٥٢	٦٣٧٥٥		
	٥٥٢		
	٦٤٣٠٧		

ثم يبحث عنه فى الجدول المذكور فيوجد عدد ١٤١٨٧ مقابل ٩٩ درجة و٢٧ دقيقة والباقى بعد طرحه من المجموع أعنى ١٢٠ يؤخذ من يمين الجدول يوجد ٢٥ ثانية أعنى المسافة الحقيقية = ٩٩ درجة و٢٧ دقيقة و٢٥ ثانية

مطلوب وقت متوسط غرنويج

״	׳	٥	
٢٥	٢٧	٩٩	مسافة حقيقية
٠٠	٣٨	٩٨	المسافة التى أصغر منها ومقابلة للساعة صفر المأخوذة من كتاب ميل الشمس

٠٧ ١٤ ٠٠١ المسافة التي هي أكبر من المسافة الحقيقية ومقابلة للساعة ٣

٢٥ ٤٩ ٠٠ باقي أول

٠٧ ٣٦ ١ باقي ثاني

٠.٤٠١٥٦٥ انساب باقي أول

٠.٢٧٢٤٧ انساب باقي ثاني

٠.٢٨٨٩٢ ينظر من انساب الجدول المذكور

ﺳ ﺩ ﺛ

٣٣ ٣٢ ٠١

٠٠ ٠٠ ٠٠ ساعات المسافة الصغرى

٣٣ ٣٢ ٠١ مقدار وقت متوسط غرنويج

مطلوب الطول

ﺳ ﺩ ﺛ

٤٥ ٣٥ ٢ وقت متوسط سفينة

٣٣ ٣٢ ١ وقت متوسط غرنويج

١٢ ٠٣ ١

ﺩ ﺩ ٥

٠٠ ٤٨ ١٥ = طول محل السفينة شرق

ولنختم عمليات هذا الكتاب ببعض فوائد مهمة قد صار حل مسائلها بوجه مختصر ولما كان معرفة محل السفينة في حال السفر واختبار طرق الاسفار من مكان الى آخر وأيضا اجراء تصحيح ساعة الطول عند وصول السفينة الى أحد الاماكن من اهم الامور اللازمة فاقول

المسئلة الاولى

المراد معرفة بعد محل السفينة عن محل كائن بالبر مثل جبل أو فنار أو أى شئ يكون منظور بالبر سواء كان ذلك ليلا أو نهارا كما اذا فرض ان سمت طريق السفينة على اتجاه ٢٢ درجة و ٣٠ دقيقة جنوب مغرب وكان موجود بالبر فنارا أو محل معلوم مثل فنار البراس مثلا وكان المراد معرفة محل السفينة وبعدها عن الفنار المذكور فطريق ذلك أنه يصير النظر

الى

الى اتجاه الفنار بواسطة البوصلة قبل وصول السفينة الى حذاء المحل المذكور ومتى وجد اتجاه الفنار على بعد ٤٥ درجة عن اتجاه السفينة أعنى يكون اتجاه الفنار المنظور على ٢٢ درجة و٣٠ دقيقة جنوب مشرق وقت ذلك ينظر الى وقت الساعة مثلا فوجد من الساعة ٣ بعد الزوال ثم صار مرور السفينة على طريقها الاصلى وفى اثناء المرور يصير النظر الى الفنار المذكور حتى أنه يوجد على اتجاه بحيث يكون عمودا على اتجاه سمت طريق السفينة أعنى على اتجاه ٦٧ درجة و٣٠ دقيقة جنوب مشرق و بوقتها ينظر أيضا الى وقت الساعة مثلا فوجد وقتها الساعة ٣ و٤٥ دقيقة وفرضنا ان مرور السفينة فى كل ساعة مقدار ثمانية أميال فحينئذ يصير مقدار سيرها فى مدة ٤٥ دقيقة ستة أميال وحيث يوجد فى المثلث القائم الزاوية الزاويتان الحادثان متساويتان ومقدار كل واحدة منهما ٤٥ درجة فيكون البعد بين محل السفينة والفنار المنظور مساويا لمقدار الستة أميال التى قطعتهم السفينة بين رؤية الفنار المذكور فى المرة الاولى والثانية لأن المثلث يكون فى هذه الحالة متساوى الساقين ثم يصير وضع المسطرة المتوازية على اتجاه ٦٧ درجة و٣٠ دقيقة جنوب مشرق و يصير تحريكها الى ان تنطبق على نقطة الفنار و يقاس مقدار ستة أميال وفى انتهاء ذلك القياس يوجد محل السفينة المطلوب ومن هذه النقطة يصير وضع اتجاه السفينة على سمت المحل المطلوب على وجه الصحة و يؤخذ ارتفاع الشمس و يصير استخراج الطول بواسطة ساعة القرونومتر وبذلك يعلم حركة الساعة المذكورة

المسئلة الثانية

سفينة خرجت من ليمان سكندرية الى جهة جزيرة ردس وكان سيرها فى كل ساعة ستة أميال ومن بعد مضى ١٢ ساعة خرجت سفينة أخرى خلف السفينة الاولى وعلى طريقها وانها تقطع فى كل ساعة ثمانية أميال والمراد معرفة مقدار الساعات التى تمضى على السفينة الثانية حتى تلحق الاولى وما يكون مقدار المسافة بين محل القيام ومحل الوصول وعرض وطول نقطة الوصول

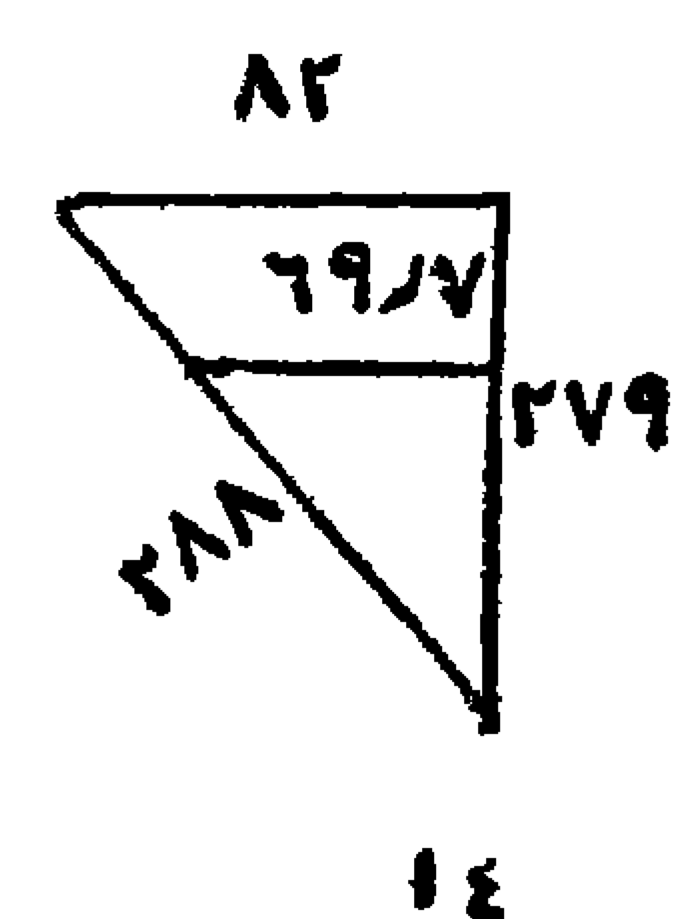
صورة العمل

ه	َ		ه	َ	
١١	٣١	عرض سكندرية شمالي	٥٣	٢٩	طول سكندرية شرق
٣٩	٣٦	عرض جزيرة رودس شمالي	٤٤	٢٨	طول رودس شرق
٢٨	٠٥	= ٣٢٨ فرق العرض شمالي	٣٩	٠١	= ٩٩ فرق الطول

ومتى علم فرق العرض وفرق الطول فيصير استخراج البعد والاتجاه كما تقدم في بند (٧٤) وبذلك يوجد الاتجاه ١٤ درجة شمال مغرب والمسافة ٣٣٨ ميلا ولاستخراج محل وصول نقطة السفينة الثانية بالاولى نفرض حرف س لمقدار الساعات التي تمضي على السفينة الثانية حتى انها تلحق الاولى فيكون مقدار ساعات السفينة الاولى يساوي س + ١٢ ويضرب مقدار ساعات كل سفينة في سرعتها فيصير ٨ س = ٦ س + ٧٢ أو ٨ س − ٦ س = ٧٢ أو س = ٣٦ ساعة أي ان السفينة الثانية تلحق السفينة الاولى بعد مضي ٣٦ ساعة ولاجل استخراج عرض وطول نقطة الوصول يصير ضرب ٣٦ ساعة في ٨ أميال فيصير الحاصل ٢٨٨ وهذا مقدار وتر المثلث الذي مقدار زاويته ١٤ درجة ومتى علمت زاوية الاتجاه والوتر فيصير استخراج فرق العرض ويكون ٢٧٩ ميلا ومقدار التباعد ٦٩ ميلا و ٧ من عشرة ولاستخراج فرق الطول يؤخذ بالبرجل مقدار التباعد من أقسام العرض الموجودة بالخريطة من محاذاة محل السفينة ثم يوضع ذلك القياس على أقسام درج الطول والذي ينتج منه يكون هو مقدار فرق الطول ومتى علم فرق العرض وفرق الطول يصير استخراج عرض وطول محل وصول السفينة الثانية بالاولى

ه	َ	
١١	٣١	عرض سكندرية شمالي
٣٩	٠٤	فرق عرض شمالي
٥٠	٣٥	عرض محل الوصول شمالي

س	٥	
٥٣	٢٩	طول سكندرية شرق
٢٢	٠١	فرق الطول غرب
٣١	٢٨	طول نقطة الوصول شرق



نتيجة

يضرب عدد الساعات التي سبقت بها السفينة الاولى الثانية فى عدد أميال سرعة السفينة الاولى ويقسم حاصل الضرب على تفاضل سرعتى السفينتين فيصير خارج القسمة مساويا لمقدار الساعات التي تمضى على السفينة الثانية حتى أنها لحق السفينة الاولى هكذا

١٢ = عدد الساعات التي سبقت بها الاولى الثانية
٠٦ = عدد أميال سرعة السفينة الاولى
٧٢ حاصل الضرب يقسم على ٢ تفاضل السرعتين
٢ = ٣٦ ساعة أعنى ان السفينة الثانية لحق الاولى بعد مضى ٣٦ ساعة

المسئلة الثالثة

سفينتان احداهما اقامت من سكندرية والثانية من جزيرة مالطة وسافرا فى وقت واحد والاولى قاصدة الى مالطة والثانية الى سكندرية وكان سيرهما على طريق واحد وكانت سرعة السفينة الاولى عشرة أميال وسرعة الثانية ثمانية أميال فى كل ساعة والمراد معرفة المسافة التي تقطعها كل سفينة حتى أنها تتلاقى مع السفينة الاخرى وأيضا معرفة عرض وطول نقطة التلاقى ومقدار الساعات التي تمضى حتى يحصل تلاقيهما فى نقطة واحدة

صورة العمل

س	٥	
١١	٣١	عرض سكندرية شمالى
٥٤	٣٥	عرض جزيرة مالطة شمالى
٤٣	٠٤	= ٢٨٣ مقدار فرق العرض شمالى

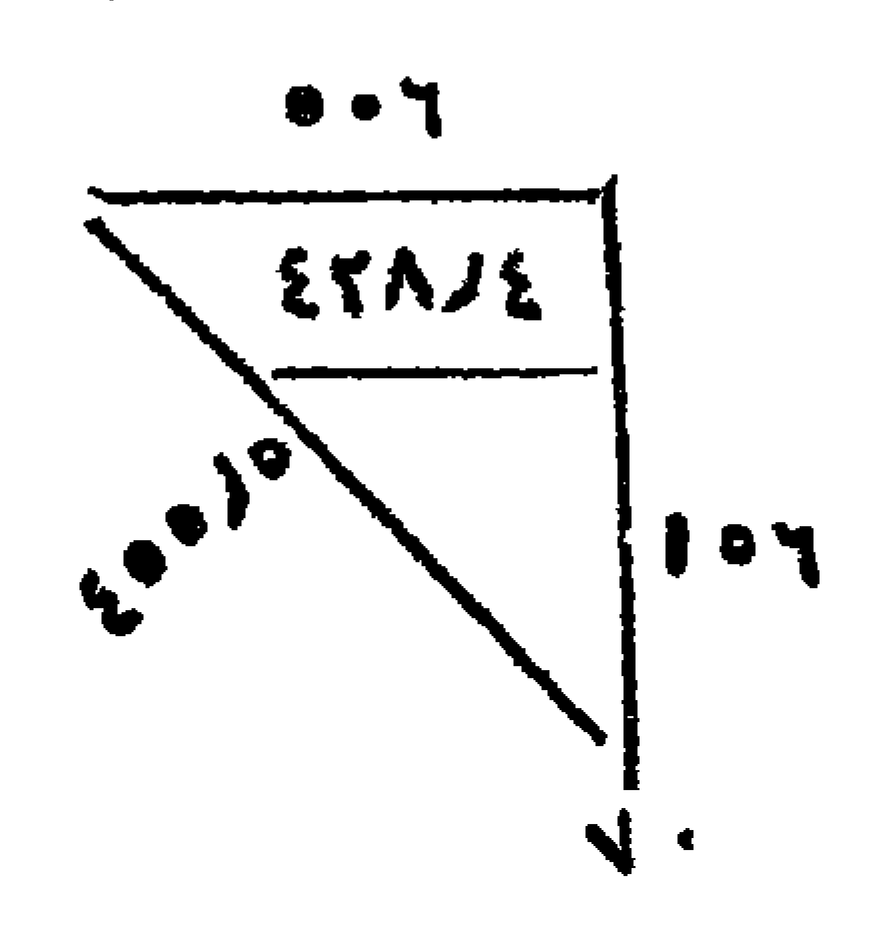
د	ق	
٥٣	٢٩	طول سكندرية شرق
٣١	١٤	طول جزيرة مالطة شرق .
٢٢	١٥ = ٩٢٢	فرق الطول غرب

ثم انه بواسطة فرق العرض وفرق الطول المعلومين يصير استخراج البعد والاتجاه بين البلدين المذكورين وحينئذ يوجد الاتجاه ٧٠ درجة شمال مغرب والمسافة ٨٢٠ ميلا ولاجل معرفة مسافة السفينة الاولى والثانية نفرض حرف سه لمسافة الاولى وحرف صه لمسافة الثانية وحينئذ يصير

$$سه + ص = ٨٢٠$$ ويصير $\frac{سه}{١٠} = \frac{صه}{٨}$ وبتحويل ذلك الى مقام مشترك يصير ٨ سه − ١٠ صه = ٠ وتوضع تحت الاولى هكذا

سه + صه = ٨٢٠
٨ س − ١٠ ص = ٠) ويضرب حدود المعادلة الاولى فى عشرة تصير

١٠ سه + ١٠ صه = ٨٢٠٠
٨ سه − ١٠ صه = ٠
وبالجمع يصير ١٨ سه = ٨٢٠٠
أو سه = ٤٥٥ ميلا ونصف = مسافة السفينة الاولى واذا وضع على وتر المثلث مقدار المسافة ٤٥٥٫٥ وكان الاتجاه ٧٠ درجة فيصير استخراج التباعد وفرق العرض وفرق الطول كما تقدم



د	ق	
١١	٣١	عرض سكندرية شمالى
٣٦	٠٢	فرق عرض شمالى
٤٧	٣٣	عرض نقطة التلاقى شمالى

°	′	
٥٣	٢٩	طول سكندرية شرق
٢٦	٠٨	فرق طول غرب
٢٧	٢١	طول محل تلاقى السفينتين شرق

نتيجة

يضرب عدد الاميال التى توجد بين البلدين فى سرعة السفينة الاولى التى تساوى ١٠ ثم يصير تقسيم الحاصل على مجموع سرعتى السفينتين فيصير خارج القسمة مساويا بالعدد اميال السفينة الاولى حتى انها تلتقى بالثانية هكذا

$$\frac{٨٢٠ \times ١٠}{١٠ + ٨} = \frac{٨٢٠٠}{١٨} = ٤٥٥ \frac{١}{٢}$$

المسئلة الرابعة

عرض محل القيام يساوى عرض محل الوصول وجنسهما شمالى ومقدار المسافة الكائنة بينهما تساوى ٢٤٠ ميلا وفرق طولهما ٣٠٠ والمطلوب معرفة مقدار العرض

صورة العمل

٢٫٤٧٧١٢١ انساب فرق الطول ٣٠٠

٢٫٣٨٠٢١١ انساب المسافة ٢٤٠

١٠٫٠٠٠٠٠٠ انساب نصف القطر

١٢٫٣٨٠٢١١ مجموع الثانى والثالث

٠٢٫٤٧٧١٢١ انساب ٣٠٠ طرح

٩٫٩٠٣٠٩٠ ينظر من جيب التمام = ٣٦ درجة و٥٢ دقيقة و١٥ ثانية يساوى مقدار العرض المطلوب

المسئلة الخامسة

فى كيفية تعيين نقطة بالبحر تكون متباعدة عن محلين بالبر بمقدار معلوم مثاله اذا أردنا وضع نقطة بالبحر ليصير وضع نشان بها بحيث تكون بعيدة عن كل من طابيتى الفنار والاطة مثلا بمقدار ١٨٠٠ مترا فطريق

ذلك أن يصير وضع البوصلة فى احدى الطابيتين ثم يصير أخذ نقطة تكون متباعدة عن محل البوصلة وتكون على غير استقامة الخط الواصل بين الطابيتين ويركز بها شاخص وتقاس المسافة بينها وبين محل البوصلة وفرضنا ان مقدارها يساوى ٤٥٠ مترا ثم ينظر من البوصلة الى نقطة الشاخص والى نقطة الطابية الثانية ويصير تعيين مقدار الزاوية المحصورة بينهما مثلا فوجدنا مقدارها يساوى ٥٠ درجة ثم يصير نقل البوصلة فى محل الشاخص وينظر الراصد أيضا الى نقطة محلها الاول والى اتجاه الطابية الثانية فتعلم مقدار الزاوية المحصورة بينهما وفرضنا مقدارها يساوى ١١٠ درجات فحينئذ يكون الضلع الموتر لهذه الزاوية مساويا للمسافة التى بين الطابيتين المذكورتين ولاجل استخراج مقدار هذه المسافة يصير جمع مقدار زاوية ٥٠ على زاوية ١١٠ ويطرح المجموع من ١٨٠ درجة فيصير الباقى يساوى ٢٠ درجة ثم يقال نسبة جا ٢٠ درجة : عدد ٤٥٠ مترا الضلع المقابل لها :: جا ١١٠ درجات : عدد المسافة المطلوبة أعنى يجمع انساب ٤٥٠ مترا على جيب ١١٠ درجات ويطرح من الحاصل جيب ٢٠ درجة وينظر على الباقى من انساب العدد فينتج مقدار المسافة بين الطابيتين هكذا

٩٫٥٣٤٠٠٢ جا ٢٠ درجة
٢٫٦٥٣٢١٣ انساب ٤٥٠ ا
٩٫٩٧٢٩٨٦ جا ١١٠ درجات

١٢٫٦٢٦١٩٩ مجموع الثانى والثالث

٩٫٥٣٤٠٠٢

٣٫٠٩٢١٤٧ ينظر من انساب العدد = ١٢٣٦ مترا مقدار المسافة بين الطابيتين

واذا توهمنا نزول عمود من النقطة المراد تعيينها على الخط الواصل بين الطابيتين يحدث مثلثين قائمى الزاوية مقدار وتر كل منهما يساوى ١٨٠٠ مترا ويكون العمود المذكور قاسما ضلع المسافة الى قسمين متساويين و يكون مقدار كل منهما مساويا لنصف المسافة أعنى ٦١٨ مترا ويصير استخراج الزاويتين الواقعتين على القاعدة بهذا التناسب نسبة انساب ١٨٠٠ : جا نصف القطر :: انساب ٦١٨ مترا : جيب تمام الزاوية المطلوبة هكذا

٣٫٢٥٥٢٧٣ انساب ١٨٠٠

١٠٫٠٠٠٠٠٠ جا نصف القطر

٢٫٧٩٠٩٨٨ انساب ٦١٨

١٢٫٧٩٠٩٨٨ مجموع الثانى والثالث

٣٫٢٥٥٢٧٣

٩٫٥٣٥٧١٥ جتا نظره ٦٩ درجة و٥٥ دقيقة و١٥ ثانية = مقدار الزاوية المقابلة للعمود المتوهم نزوله وهذه الزاوية تساوى للزاوية الواقعة بين خط المسافة والخط الواصل بين الطابيتين الى النقطة المراد تعيينها واذا أخذ ضعف هذه الزاوية وطرح الحاصل من ١٨٠ درجة ينتج مقدار الزاوية التى رأسها فى النقطة المراد تعيينها و يكون ضلعاها واصلين الى الطابيتين المذكورتين ومقدارها يساوى ٤٠ درجة و٩ دقائق و٣٠ ثانية ثم يصير نزول الراصد فى فلوكة و يأخذ البوصلة و يمشى بها على اتجاه يكون بينه و بين خط المسافة مقدار ٦٩ درجة و٥٥ دقيقة و١٥ ثانية المستخرج مقدارها سابقا ولا يزال سائرا الى ان يرى مقدار الزاوية المحصورة بين الضلعين الواصلين من نقطة محله الى كل طابية من الطابيتين المذكورتين تساوى لمقدار ٤٠ درجة و٩ دقائق و٣٠ ثانية ومتى وجد ذلك فتصير نقطة موقعه هى النقطة المطلوبة (وبهذا) قد ظهر لنا من حل هذه المسئلة فائدتان الاولى أنه قد صار معرفة البعد بين محل ومحل آخر لا يمكن الوصول اليه والثانية تعيين نقطة بالبحر بحجر مجهول ويقاس على محل هذه

المسئلة كثير نسأل الله الكريم حسن العاقبة والثواب والنجاة من هول الحساب وان يجعلنا من خص بشفاعة سيد المرسلين وان يجعل نفع هذا الكتاب عاما بجاه آل بيته الطيبين آمين

قال مؤلفه قد تم بعون الله ما جمعته فى هذه الاوراق * عمارق فى غيرها وراق * خدمت به صاحب السيف والعلم * والقرطاس والقلم * نتيجة الكرام * وخلاصة الفخام ذو المجد الاثيل * ولى نعمتنا الخديوى اسمعيل

هو الداورى من عم جدول جوده * وسارت به الركبان فى البر والبحر
مزاياه فى جبهة الدهر غرة * تفوق على الشمس المنيرة والبدر
فلا زال فى عز ومجد وسودد * وسعد واقبال بألوية النصر
وانجاله الغر الكرام أماجد * لهم شرف عال على ساطع الزهر
والحمد لله على كل حال * والصلاة والسلام على محمد والصحب والآل
مالاح بدر تمام * وتضوع مسك ختام

يقول المتوسل بصاحب التلاوه ومصار ... سبحان من أطلع فى سماء عقولنا أقمار العنايه * وحفظها بنجوم الهدايه من شياطين الغوايه وجعل بها شموس المعرفه ساطعه وبروق التوفيق لامعه وأجرى فى قلوبنا بحور الاستقامه ومدها بواردات السلامه فنحمده على ما اعطى * ونشكره على ما أولى * ونصلى ونسلم على سراج انبيائه * ونور اصفيائه * سيدنا محمد وعلى آله النجوم الزواهر * وأصحابه البحور الزواخر (وبعد) فهذا كتاب جليل القدر * عظيم الشان والامر * حقيق ان يكتب بمنظوم اللآل ويشترى بنفائس الاموال * حيث اشتمل على علم الجبر وفنونه الرائقه وابحاثه المفيدة الفائقه * اذا رقيت الى درجات معارفه * وصلت الى دقائق لطائفه * واذا اتقنت حساب ثوانيه * خلصت من شبهات الجهل وثوانيه * واذا رقمت جداوله على صفحات عقلك * اهتديت الى طريق وصلك وانتشلت من عقلك * وقد بزغت شموس طبعه * لعموم نفعه * بمطبعة المتوكل على مولاه المبدى المعيد * حضرة معوض أفندى فريد * على ذمة مؤلفه * ومحرره ومصنفه * فى ظل الخديوى الاعظم * والداورى الاكرم *

ولى نعمتنا افندينا اسماعيل باشا حفظه الله وانجاله * وأدام عليه انعامه ونواله * ولما تم بحمد الملك المتعال * ارخته بحسب الحال

وجه بدر السنا على الكون سافر * فتوجه الى حماه وسافر
وتأمل شمس المعارف واعرف * مشرقيها ومغربيها الظواهر
وتنبه فى ليل رشدك وارصد * نجم هدى فى مدرجات الدياجر
واتبع قبلة النجاة ولا تبغ انحرافا عنها فتصبح حائر
وتعلم كيف المسير على بحر نجاح بلجة السر زاخر
وتجنب صرف الثوانى عن الحق مديما دقائقا للسرائر
وحساب الساعات صحح لترقى * درجات الى سماء المناظر
وتبصر هذا الكتاب بفكر * تلق فيه فلك الافادة سائر
فهو يهديك ان ضللت بليل * فدراري علاه فيه دوائر
يا كتابا انعم به من كتاب * افق لألائه المرونق نائر
وله ألسن الثنا ارخته * كوكب فى سما الاضاءة زاهر

٢١٣	٨٣٩	١٩١	٤٨

١٢٩١

في الاشارات والاصطلاحات في هذا الكتاب

+	علامة زائد وتدل على الجمع
−	علامة ناقص وتدل على الطرح
×	علامة في وتدل على ضرب أحدا العددين في الاخر
÷	علامة القسمة وتدل على تقسيم عدد على آخر
>	علامة اصغر وتدل على ان أحد العددين اصغر من الاخر
<	علامة أكبر وتدل على ان أحدا العددين أكبر من الاخر
=	علامة التساوي وتدل على ان أحدا العددين يساوي الاخر
√	علامة الجزر وتدل على أخذ جزر العدد
جا	تدل على الجيب
جتا	تدل على جيب التمام
ظا	تدل على المماس
ظتا	تدل على مماس التمام
قا	تدل على القاطع
قتا	تدل على قاطع التمام
جانق	تدل على جيب نصف القطر أعني جيب ٩٠ درجة